



Systemstudie av metoder för hantering och recirkulering av organiska restprodukter från grönområden

- fallstudie av Lunds kommun

**An analysis of methods for handling and recycling organic waste from
green urban areas**

- a case study from the municipality of Lund, Sweden

Roger Bengtsson

Sven-Erik Svensson

**Institutionen för lantbruksteknik
Avd för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 210
Report 210**

**Alnarp 1996
ISSN 00283-0086
ISRN SLU-LT-R-210-SE**

FÖRORD

Denna rapport redovisar projektet "Systemstudie av hanterings- och återvinningssystem för restprodukter från grönområden" som finansierats av Byggforskningsrådet (projektnummer 920253-5) och Lunds kommuns Miljödelegation. Projektet har planerats och genomförts i samarbete med Lunds Park- och naturkontor, Lunds Renhållningsverk och KDN-Veberöd.

Projektet har utförts på Avdelningen för park- och trädgårdsteknik, vid Institutionen för lantbruksteknik, SLU, Alnarp, av Roger Bengtsson och Sven-Erik Svensson. Roger Bengtsson har varit ansvarig för insamling av data och genomfört systemstudien med Sven-Erik Svensson som projektledare.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som medverkat i projektet och bidragit med uppgifter och synpunkter. Ett särskilt tack riktas till: Lars Jacobsson, Lunds Park- och naturkontor, Lars-Åke Svensson, Lunds Renhållningsverk, Oscar Mårtensson, Drift och underhåll inom KDN-Veberöd, Jan-Åke Bengtsson, Markentreprenad, Birgitta Sundström och Paul Fredriksson, SYSAB AB samt Magnus Nilsson, SLU, Alnarp.

Avdelningen för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för lantbruksteknik, SLU, Alnarp, september 1996.

Sven-Erik Svensson

Roger Bengtsson

SAMMANFATTNING	1	7.5 Kompostering på kolonier	24
SUMMARY	3	7.5.1 Energiinsatser	24
1 INLEDNING	5	7.5.2 Kostnader	24
1.1 Syfte	5	8 TRANSPORT AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL	25
1.2 Avgränsning	5	8.1 Transport av obehandlat och flisat material	25
2 TIDIGARE ARBETEN	6	8.2 Transport av obehandlat och flisat material till regional madrasskompost	26
3 METODBESKRIVNING	7	8.3 Transport av obehandlat och flisat material till lokal madrasskompost	28
3.1 Flödesschema	7	9 LOKAL STRÄNGKOMPOST JÄMFÖRT MED TRANSPORT TILL RE- GIONAL MADRASSKOMPOST UR MILJÖMÄSSIG OCH EKONOMISK SYNPUNKT	29
3.2 Datormodell	7	9.1 Energimässiga skillnader	30
4 METODIKER FÖR BEHANDLING AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL	9	9.2 Kostnadsmässiga skillnader	30
4.1 Kompostering vid större komposteringsanläggningar	9	10 BESKRIVNING AV OLIKA KATEGORIER PRODUCENTER AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL	31
4.1.1 Sönderdelning	9	10.1 Kategori I: Hushållen	31
4.1.2 Vändning/luftning	10	10.2 Kategori II: Park- och naturkontoret och Kyrkoförvaltningen	32
4.1.3 Siktning	11	10.3 Kategori III: Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting	32
4.2 Direkt återföring på plats	11	11 POTENTIELLA SCENARIER	32
4.3 Kompostering på plats	11	11.1 Beräkningsgrunder för olika scenarier	32
4.4 Hemkompostering	11	11.2 Kategori I: Hushåll	33
5 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BAKGRUNDSDATA	12	11.2.1 Dagens hantering	33
5.1 Volymvikter	12	11.2.2 Transport med lastbil till återvinningscentral istället för med personbil	34
5.2 Energiförbrukning och miljöbelastning	12	11.2.3 Lokal kompostering på återvinningscentraler	35
5.3 Kostnader	12	11.2.4 Enbart hemkompostering	36
5.4 Transport	13	11.3 Kategori II: Park- och naturkontoret och kyrkogårdsförvaltningen	36
5.5 Behandling	13	11.3.1 Dagens hanteringsmetodik	37
6 HANTERINGEN AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL I LUND IDAG	13	11.3.2 Flisning före transport till lokal strängkompost	37
6.1 Hanteringen i hela SYSÄV-regionen	13	11.3.3 Direkt återföring av flisat parkavfall	38
6.2 Hanteringen av park- och trädgårdsavfall i kommunen Lund	14	11.3.4 Transport till den regionala madrasskomposten på Spillepeng	39
7 BEHANDLING AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL FRÅN LUNDS KOMMUN	16	11.4 Kategori III: Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting	40
7.1 Storskalig regional madrasskompostering på Spillepeng	16	11.4.1 Dagens läge	40
7.1.1 Energiinsatser	17	11.4.2 Kompostering på en lokal strängkompost	41
7.1.2 Kostnader	17	11.4.3 Flisning före transport till lokal strängkompost	42
7.2 Lokal strängkompostering på S:t Hans	17	11.4.4 Direkt återföring av flisat parkavfall	42
7.2.1 Energiinsatser	18	12 ENERGIFÖRBRUKNING OCH KOSTNADER FÖR HANTERING AV KOMMUNENS PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL VID NÅGRA OLIKA TOTALLÖSNINGAR	43
7.2.2 Kostnader	18	12.1 Transport av allt park- och trädgårdsavfall till regional behandling	43
7.3 Lokal strängkompostering på Veberöds återvinningscentral	19		
7.3.1 Energiinsatser	20		
7.3.2 Kostnader	22		
7.4 Övriga återvinningscentraler	23		

12.2 Transport av allt park- och trädgårdsavfall till lokal behandling	44
12.3 Flisning av allt park- och trädgårdsavfall före transport till lokal behandling samt hemkompostering av hushållens trädgårdsavfall	45
12.4 Hemkompostering av hushållens trädgårdsavfall samt direkt återföring av 50 % av parkavfallet	46
13 DISKUSSION OCH SLUTSATSER	47
14 LITTERATURREFERENSER	51
15 PERSONLIGA MEDDELANDEN	51
16 BILAGA 1 - EXEMPEL PÅ KALKYLARK FRÅN FLÖDESSCHEMAT I DATORMODELLEN	53
17 BILAGA 2 - BRÄNSLEFÖRBRUKNING VID LÖVMALNING JÄMFÖRT MED LÖVSAMLING	55
18 BILAGA 3 - VOLYMKIKTER FÖR OLIKA KVALITÉER PÅ PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL	57
19 BILAGA 4 - BRÄNSLEFÖRBRUKNING FÖR MASKINER SOM ANVÄNDS I SAMBAND MED KOMPOSTERING	58
20 BILAGA 5 - TRANSPORTSTRÄCKOR OCH BRÄNSLEFÖRBRUKNING FÖR OLIKA TRANSPORTFORDON	60
21 BILAGA 6 - KOSTNADER FÖR OLIKA HANTERINGSMOMENT	62
22 BILAGA 7 - VÄNDNINGSKOSTNADER MED OLIKA KOMPOSTVÄNDARE OCH OLIKA KOMPOSTMÄNGDER	64
23 BILAGA 8 - MILJÖPÅVERKAN FRÅN ETT DIESELDRIVET FORDON RESPEKTIVE FRÅN ETT BENSINDRIVET FORDON	65

SAMMANFATTNING

Denna systemstudie beskriver hanteringen av park- och trädgårdsavfall i Lunds kommun, ur följande tre perspektiv; miljöpåverkan, energiförbrukning och kostnader. Dagens hanterings-system tas upp liksom en rad möjliga alternativ för recirkulering av park- och trädgårdsavfall. En avgränsning i studien är att allt park- och trädgårdsavfall som uppstår i kommunen skall omhändertas genom kompostering eller genom direkt återföring på plats efter sönderdelning. Komposteringen kan ske antingen regionalt vid SYSAV:s madrasskompost på Spillepeng i Malmö eller i olika stor skala lokalt inom Lunds kommun. Denna avgränsning medger att miljöbelastningen kan likställas med bränsleförbrukningen vid transporter och behandling av park- och trädgårdsavfall, t.ex. lövmalning, flisning och kompostering.

F.n. produceras drygt 7 000 ton park- och trädgårdsavfall per år inom Lunds kommun. Knappt hälften kommer från hushållens trädgårdsavfall. Resterande mängder kommer från bostads-företag och -förvaltningar, kommun och landsting, Kyrkogårdsförvaltning, m.fl. Av dessa drygt 7 000 ton transporteras nästan hälften till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Övrigt park- och trädgårdsavfall behandlas genom lokala strängkomposter, hemkompostering, kompostering på plats i t.ex. kolonier och bostadsområden samt genom direkt återföring på plats efter sönderdelning.

Transport av park- och trädgårdsavfall är både energikrävande och kostsamt, beroende på att materialet är skrymmande och har låg volymvikt. För att erhålla en högre volymvikt kan park- och trädgårdsavfallet sönderdelas före transport. På så vis är det möjligt att uppnå fyra till sex gånger så hög volymvikt, vilket leder till högre transporteffektivitet och lägre miljöpåverkan. Vid ett transportavstånd på 25 km är det både energi- och kostnadsmässigt bättre att sönderdela park- och trädgårdsavfall före transport till en madrasskompost, med de förutsättningar som råder inom SYSAV:s upptagningsområde idag. Vid detta transportavstånd sparas, vid sönderdelning före transport, energiförbrukningen för sönderdelningen in genom den högre transporteffektiviteten.

På de flesta större komposteringsanläggningar i Sverige sker komposteringen i form av centrala strängkomposter. Skillnaden i energi- och kostnadsinsatser per ton komposterat park- och trädgårdsavfall är liten mellan olika storlek på strängkomposteringsanläggningar. Detta medför att långa transporter av park- och trädgårdsavfall till stora regionala strängkomposter inte är försvarbart ur kostnads- och energisynpunkt. Madrasskompostering däremot, fodrar låga energiinsatser per ton och relativt låga behandlingskostnader. För att madrasskompostering skall fungera ur praktisk och ekonomisk synpunkt, anses det dock att den årligen behandlade mängden park- och trädgårdsavfall skall vara större än 5 000 ton.

Om park- och trädgårdsavfallet sönderdelas vid t.ex. en återvinningscentral ligger det nära till hands att kompostera på plats i strängar. Kostnader och energiinsatser är högre vid lokal strängkompostering än vid regional madrasskompostering. De kostsamma och energikrävande transportererna medför emellertid att lokal strängkompostering totalt sett blir mindre energi-krävande och billigare än transport till och kompostering på regional madrasskompost, när transportavståndet överstiger 5-6 km.

Om allt park- och trädgårdsavfall, som uppstår i Lunds kommun, transporteras till den regionala madrasskomposten på Spillepeng beräknas kostnaden för detta uppgå till drygt 5,1 miljoner kr per år och bränsleförbrukningen beräknas uppgå till ca. 125 m³/år.

Om allt park- och trädgårdsavfall hanteras inom Lunds kommun genom hemkompostering av trädgårdsavfall från hushåll och sönderdelning av allt parkavfall före transport till lokal strängkompostering, beräknas kostnaden minska till knappt 3 miljoner kr per år och bränsleförbrukningen beräknas minska med 80% till knappt 20 m³ per år.

Kompostering är i sig inget självändamål, men det är en metod med vilken det är möjligt att uppnå ett slutet kretslopp för park- och trädgårdsavfall från vegetation i stadsmiljö. En annan möjlighet är att återföra avfallet direkt efter sönderdelning på plats. Andra alternativ att uppnå slutna kretslopp för park- och trädgårdsavfall är att förbränna vedartat material och röta fuktigt kväverikt material som färskt gräsklipp och därefter sprida ut askan resp. rötresten på lämplig mark. För att utreda miljökonsekvenser och kostnader för dessa alternativ krävs ytterligare forskning inom området.

För att klargöra skillnader i emissioner och miljöpåverkan från olika nedbrytningsprocesser av park- och trädgårdsavfall som storskalig madrasskompostering, strängkompostering, bäddkompostering, hemkompostering, naturlig förmultning, rötning och förbränning, krävs ingående mätningar av emissionerna från dessa processer, vilket också är ett angeläget forskningsområde framöver.

Sammanfattande slutsatser

För att minimera miljöpåverkan och kostnader vid hantering (transport, flisning, lövmalning och kompostering) av park- och trädgårdsavfall bör följande beaktas:

- Sönderdela park- och trädgårdsavfallet redan där det uppstår.
- Återför det sönderdelade materialet direkt till buskage, rabatter, planteringar, gräsmattor o.dyl. i så stor utsträckning som möjligt. Materialet förmultnar där under minimal miljöpåverkan. Alternativt kan det sönderdelade materialet komposteras i närområdet, om det ej kan återföras direkt. Med dessa åtgärder är det möjligt att reducera energiförbrukningen för hantering av park- och trädgårdsavfall inom Lunds kommun med mer än 80 %. I dagens hanteringssystem är energiförbrukningen sex gånger högre än om materialet flisas före borttransport till lokal strängkompost och trädgårdsavfallet hemkomposteras.
- Transportera materialet så kort sträcka som möjligt. Flisning bör ske före transporten när transportavståndet överstiger 25 km till en madrasskompost. Vid transport av park- och trädgårdsavfall till en strängkompost bör materialet flisas före transporten redan när transportavståndet överstiger 15 km. Genom flisningen uppnås en hög volymvikt, vilket resulterar i förbättrad transportekonomi och minskad miljöpåverkan. Använd komprimerande sopbilar, istället för personbilar, för transport av trädgårdsavfall från villor.
- Använd madrasskompostering när stora mängder (>5 000 ton/år) park- och trädgårdsavfall uppstår inom ett lokalt område (< 5-6 km radie).

SUMMARY

This analysis describes the handling of biodegradable park and garden waste in the municipality of Lund in Sweden, from these three different perspectives: impact on environment, energy consumption and costs. Today's methods, as well as some other different possibilities in recycling of park and garden waste are investigated. A limitation in the analysis is that all the park and garden waste handled in the municipality is either composted or returned directly to the area after shredding. Composting may be carried out either regionally at SYSAV's "mattress" compost plant (see fig. 2) at Spillepeng in Malmö, or locally on a smaller scale in the municipality of Lund. These limitations allow the impact on the environment to be equal to the fuel consumption for transports and treatment of park and garden waste.

More than 7000 tonnes of park and garden waste are produced in the municipality of Lund every year. Almost half of this comes from the household's garden waste. The remainder originates from different housing companies, church-yard management, parks etc. Almost half of the park and garden waste from the municipality of Lund is transported to the regional "mattress" compost at Spillepeng. The rest is treated at local windrow composting plants, by home composting or by composting in different areas e.g. in residential areas and in allotments, and by bringing it back, after shredding, to where it originated.

Transporting park and garden waste is both energy consuming and expensive, since the material is voluminous. By shredding the park and garden waste it is possible to increase volume weight by four to six times. With the higher volume weight the efficiency of the transports will increase as well. While the distance of transport exceeds 25 km, the handling of park and garden waste will not be as costly and energy consuming if it is shredded before the transport to a mattress compost plant, as when it is transported unshredded. The cost and energy consumption for the shredding are covered by the higher efficiency in transport, at this distance.

Most of the larger composting plants for park and garden waste in Sweden are big central windrow composts. There are small differences in costs and energy consumption between different sizes of windrow composts. This means that long transports of park and garden waste to large central windrow compost plants, compared to short transports to small windrow compost plants, is not a way to save costs and energy. Composting at "mattress" compost plants is not as costly and energy consuming as composting in windrow compost plants. On the other hand, to make a "mattress" compost plant profitable, there must be more than 5000 tonnes of park and garden waste composted every year.

If the park and garden waste is shredded at a recycling station it may also be possible to compost it in windrows at the station. Costs and energy consumption for composting park and garden waste are higher at local windrow composts than at regional "mattress" composts. The costly and energy consuming transports of park and garden waste, on the other hand, makes the handling less energy consuming and costly if the park and garden waste is composted locally at a windrow compost, compared to transporting it to a regional mattress compost, if the transport distance exceeds 5-6 km.

If all park and garden waste from the municipality of Lund is transported to the regional "mattress" compost plant at Spillepeng, the cost and fuel consumption are calculated to be approx. SEK 5.1 millions and approx. 125 m³ diesel/year respectively. If all the park and garden waste is handled within the municipality by home composting of garden waste and by

shredding all the park waste before transport to a local windrow compost, the cost is calculated to decrease to less than SEK 3 millions and the fuel consumption is calculated to decrease to about 20 m³ diesel/year.

Composting is not an end in itself, but it is a way to recycle park and garden waste from green urban areas. By bringing the biodegradable organic material back directly after shredding it, it is also possible to recycle park and garden waste. Another way of recycling is burning ligneous material and digesting biodegradable material with a high amount of nitrogen, followed by spreading of ash and digestion rests. To evaluate the impact on the environment and costs for these alternatives further research is needed.

To clarify differences in emissions and the impact on the environment of different processes of decomposition of park and garden waste such as "mattress" composting, windrow composting, home composting, natural decomposition, digesting and burning, thorough measurements of emissions from these processes are needed.

Conclusions

To minimize the impact on the environment and costs of handling of park and garden waste the following considerations should be taken into account:

- a) Shred the park and garden waste in its place of origin
- b) Bring the shredded material back to shrubberies, flower-beds, lawns and plantations as much as possible. The material will decompose there with minimized impact on the environment. The park and garden waste can also be composted in the area where it originates. By these measures it is possible to reduce the energy consumption for handling park and garden waste in the municipality of Lund by more than 80 %. The energy consumption is about six times higher with today's handling system, than when the material is shredded before transport to a local windrow compost and when the garden waste is home composted.
- c) Minimize the distance of transport as much as possible. When the distance of transport to a "mattress" compost exceeds 25 km the material should be shredded before transport. When transporting park and garden waste to windrow composts shredding of the material should precede the transport as soon as the distance exceeds 15 km. The shredding results in a higher volume weight, lower transport costs and less impact on the environment. Avoid transport of garden waste from houses by cars. Use lorries instead.
- d) Use "mattress" composting when the amount of park and garden waste exceeds 5000 tonnes/year within a small area (<5-6 km radius).

1 INLEDNING

Park- och trädgårdsavfall utgör ca. 10 % av den totala mängden avfall i sydvästra Skåne (Statistik, 1994). Hanteringen är kostsam och kräver dessutom stora energiinsatser. För att få ett slutet kretslopp, i enlighet med Agenda 21-andan, för park- och trädgårdsavfall producerat i stadsmiljö och i hemträdgårdar, krävs att detta avfall behandlas och återförs. Att deponera park- och trädgårdsavfall är ingen kretsloppslösning, åtminstone inte kortsiktigt. Därför har SYSAV AB, som är sydvästra Skånes gemensamma bolag för avfallshantering, i samråd med dess nio ägarkommuner beslutat att allt park- och trädgårdsavfall inom regionen skall omhändertas och återföras, efter behandling (SYSAV, 1990).

Med behandling menas i denna rapport kompostering eller direkt återföring av sönderdelat material t.ex. genom flisning eller lövmalning. Målet i samtliga fall är att restprodukten skall återföras till naturen, där den en gång är producerad. Kompostering, som idag är den mest använda metoden för behandling av park- och trädgårdsavfall, kan ske i olika skala. Generellt sett ökar arbets- och energiinsatsen för transport med ökad storskalighet på komposteringen, medan arbets- och energiinsatsen per komposterad enhet minskar.

1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att utreda miljöpåverkan, energiförbrukning och kostnader vid några olika metodiker för omhändertagande av park- och trädgårdsavfall. Metodiker för omhändertagande som finns med i studien är regional madrasskompostering, lokal strängkompostering, småskalig hemkompostering och kompostering i närheten av platsen där avfallet uppstår samt direkt återföring av sönderdelat material. Olika metoder för transport av park- och trädgårdsavfall studeras också.

1.2 Avgränsning

I detta arbete likställs miljöbelastning med förbränning av fossila bränslen. En annan avgränsning i studien är att restprodukter och emissioner från komposteringsprocessen betraktas som likvärdiga oavsett vilken komposteringsmetodik som tillämpas.

Återföring av flisat park- och trädgårdsavfall utan kompostering är troligtvis mindre miljöbelastande ur emissionssynpunkt, eftersom materialet då bryts ned genom naturlig förmultning. Vid kompostering sker nedbrytningen under förhöjd temperatur, vilket kan leda till utsläpp av t.ex. ammoniak vid för låga C/N-förhållande. Skillnader i emissioner för olika nedbrytningsprocesser tas dock ej hänsyn till i detta arbete.

Studien är tillämpad på Lunds kommun som ligger i sydvästra Skåne. Kommunen karakteriseras av att den är tätbefolkad. Centralorten Lund är en med svenska mått mätt stor stad. Det finns några mindre orter jämnt fördelade och landskapet utanför tätbebyggelsen är öppet odlingslandskap.

2 TIDIGARE ARBETEN

En del studier om hantering av avfall från samhället, med avseende på miljöbelastning och kostnader, är utförda tidigare. Oostra (1995) har gjort en systemanalys över olika avfalls-hanteringssystem. Den systemanalysen tar upp olika miljöeffekter vid hemkompostering, förbränning i villapanna och central aerobisk behandling av hushållsavfall (plast, papper, organiskt avfall etc.). Slutsatser i den systemanalysen är att ökad andel hemkompostering av organiskt hushållsavfall ger minskat bidrag till växthuseffekten, övergödningen och hälsorisken. Minskningen beror framförallt på det minskade transportbehovet och den förenklade återföringen av restprodukten. Försurningen, däremot, ökar med ökande andel hemkompostering av organiskt hushållsavfall. Detta beror på att det vid kompostering av organiskt hushållsavfall i hemkomposter ofta avgår ammoniakemissioner, som försurar miljön.

Vid kompostering av park- och trädgårdsavfall bör inte ammoniakavgången bli lika stor som vid kompostering av hushållsavfall, beroende på att park- och trädgårdsavfall ofta har en högre kol-kvävekvot än hushållsavfall (författarnas anmärkning).

Nybrant m.fl. (1995) har gjort en systemanalys över organiskt avfall. Den studien, som behandlar allt organiskt avfall som samhället producerar, mynnade ut i en modell som kallas ORWARE (ORGanic WASTE REsearch). Med den modellen kan energi- och materialflöden beräknas vid olika hanterings- och behandlingsmetoder av organiskt avfall. I ORWARE består energi- och materialflödena av ett antal olika delflöden. De olika delflödena är i sin tur uppbyggda av ett antal parametrar. Varje parameter beskriver flödet av ett specifikt kemiskt ämne t.ex. kväve, koldioxid etc. Tillsammans beskriver samtliga parametrar energi- och materialflöden som även kan uttryckas som olika former av miljöbelastning.

ORWARE är uppbyggt av olika delmodeller som beräknar energi- och materialflöden från olika delar av avfallshanteringskedjan. En av delmodellerna beskriver olika former av lastbilstransporter och en av delmodellerna beskriver kompostering. Dessa två delmodeller som endast utgör en del av ORWARE, är av intresse för denna systemstudie.

Komposteringsdelmodellen tar i ORWARE upp tre olika komposteringsmetodiker; reaktor-kompostering, storskalig strängkompostering och hemkompostering. Endast de två sistnämnda metodikerna kommer här att studeras tillsammans med ytterligare några andra hanteringsmetodiker, t.ex. direkt återföring på plats, flisning på plats och lövmalning.

Transportdelmodellen i ORWARE tar upp tre olika transportfordon; sopbil (kallas i denna studie för komprimerande sopbil), vanlig lastbil (kallas här för flaklastbil) och lastbil med släp (kallas här containerlastbil). I denna studie kommer även personbilstransporter till återvinningsstationer att ingå.

På grund av den begränsade upplösningen i de två för denna studie intressanta delmodellerna i ORWARE, och efter samråd med Jönsson (pers. medd., 1995), används inte ORWAREmodellen här. Istället utvecklas inom projektet en ny beräkningsmodell med större upplösning beträffande transport och kompostering. Vissa indata är dock direkt hämtade från ORWARE (Nybrant m.fl., 1995).

3 METODBESKRIVNING

3.1 Flödesschema

Denna systemstudie är tillämpad på och begränsad till park- och trädgårdsavfall i Lunds kommun. I systemstudien studeras all hantering av den totala mängden park- och trädgårdsavfall i hela kommunen. Inledningsvis presenteras olika moment och metoder för behandling av park- och trädgårdsavfall, som ingår i denna systemstudie. Olika maskiner för behandling tas också upp. Därefter följer en genomgång av vilka förutsättningar och bakgrundsdata som är använda i systemstudien; volymvikter hos olika material, vilket samband mellan miljöbelastning och energiförbrukning som råder, kostnad och energiförbrukning för olika moment i hanteringskedjan, transportmedel samt behandlingsinsatser.

När all ovanstående information är känd sker en inventering av hanteringen i kommunen idag. Med kännedom om hanteringen idag, och bakgrundsdata på kostnader och energiförbrukning för olika moment, är det möjligt att beräkna kostnader och energiförbrukning för dagens hantering i hela kommunen.

Det finns potentiella skalfördelar i stora regionala komposteringsanläggningar, både avseende kostnader och energiförbrukning. Dessa skalfördelar talar för att kompostera regionalt. De regionala anläggningarna kräver emellertid omfattande transporter av materialet. För att kunna göra korrekta jämförelser mellan regionala komposter och mindre lokala komposter, är det därför nödvändigt att infoga det utökade behovet av transporter i de regionala alternativen. Ett sätt att öka transporteffektiviteten kan vara att sönderdela materialet före transporten. Kostnader och energiförbrukning för transport av obehandlat respektive för flisat material beräknas därför. Dessa uppgifter kan sedan användas för att jämföra lokal kompostering med borttransport till regional kompost, vid olika transportavstånd.

När alla dessa uppgifter är kända är det möjligt att teoretiskt konstruera olika hanteringssystem för park- och trädgårdsavfall. I varje system, eller scenario, är det då möjligt att beräkna miljökonsekvenser och kostnader. Olika scenarier skapas för olika kategorier av "avfallsproducenter". För samtliga "producenter" sker uppbyggandet av de olika scenarierna med utgångsläge från dagens hantering. Därefter kan en parameter i taget ändras. Då är det möjligt att se hur varje enskild förändring påverkar slutresultatet, d.v.s. kostnader, miljöpåverkan och energiförbrukning.

Slutligen kan några olika scenarier för de olika "avfallsproducenterna" sammanställas till ett komplett hanteringssystem för park- och trädgårdsavfall, för hela kommunen. Några olika totallösningar kan sammanställas. Lämpligen väljs några scenarier som påverkar miljö och kostnader i positiv riktning. På så vis optimeras hanteringen ur ekonomisk och miljömässig synvinkel.

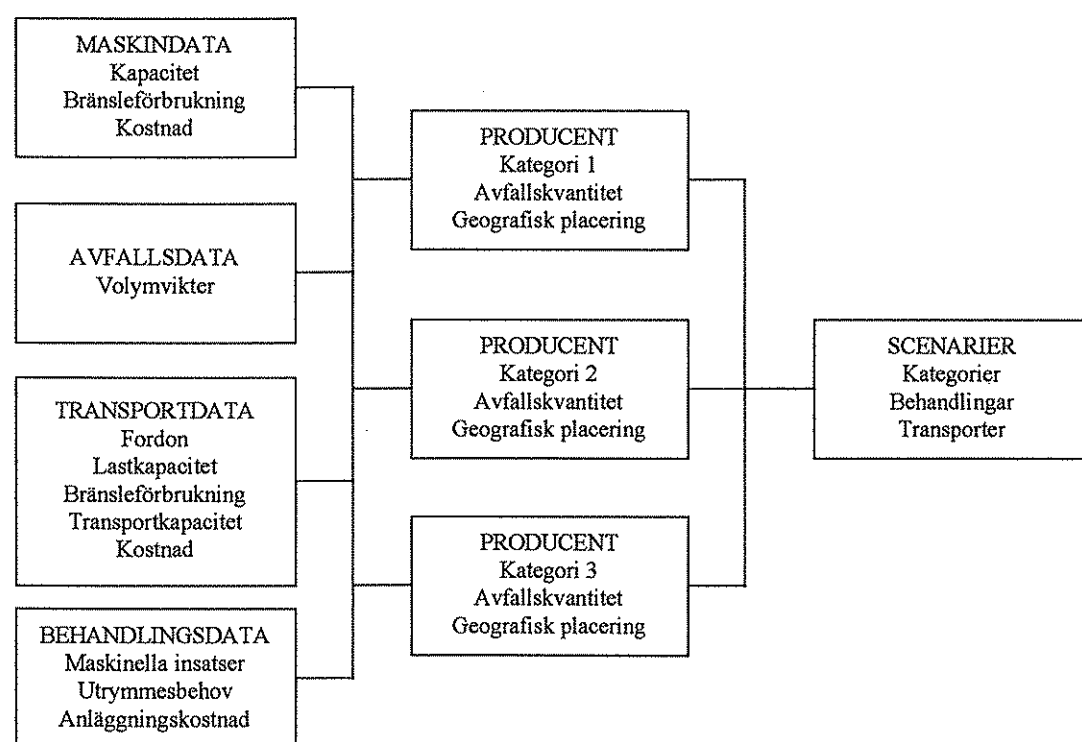
3.2 Datormodell

För att på ett enkelt sätt kunna beräkna alla delar i systemstudien skapas en modell i ett datorbaserat kalkylprogram. I detta fall utgörs kalkylprogrammet av Lotus 123 version 4.01 för Windows. I figur 1 framgår flödesschemat på kalkylarken som används för att beräkna kostnader och energiförbrukning. Först beräknas all bakgrundsdata (maskindata, avfallsdata,

transportdata och behandlingsdata). Bakgrundsdatat kan sedan användas till att beräkna kostnader och energiförbrukning på de kända avfallskvantiteterna från de tre olika kategorierna av producenter. De olika kategorierna adderas slutligen samman till hela scenarier så att kostnader och energiförbrukning omfattar hela kommunen. I bilaga 1 finns några exempel på kalkylark, från olika nivåer i flödesschemat, från datormodellen.

Kostnader och energiförbrukning kan delas upp på en transportdel och på en behandlingsdel. Med denna uppdelning är det lätt att identifiera poster som förbrukar mycket energi respektive drar höga kostnader.

Den stora fördelen med denna modell är att det är enkelt att förändra olika valda delar i flödesschemat som t.ex. komposteringsmetod, transportsätt och andel direkt återfört material. Vid införande av en förändring erhålls nya beräkningar på energiförbrukning och kostnader omgående. Detta ger möjlighet att beräkna ett stort antal olika scenarier.



Figur 1. Flödesschema på beräkning av kostnader och energiförbrukning i systemstudien

4 METODIKER FÖR BEHANDLING AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL

Behandling av park- och trädgårdsavfall koncentreras huvudsakligen i denna studie på kompostering. Anledningen till detta är att SYSAV valt att i första hand satsa på denna metod och att ett uppbyggt hanteringssystem redan finns i bruk. En annan anledning till att välja kompostering i första hand är att kretsloppet är lätt att sluta med denna metod. Färdigkomposterad "kompostjord" borde vara en attraktiv vara bland parkförvaltare och trädgårdsfolk, eftersom att det idag finns efterfrågan på jord till bl.a. nyanläggning av planteringar.

Andra metodiker, som redan idag tillämpas i viss utsträckning, är "kompostering på plats" samt direkt återföring på plats t.ex. "flisning på plats" och lövmalning på gräsytor. Med kompostering på plats menas att avfallet inte transporteras iväg utan komposteras där det "produceras". Flisning på plats innebär att avfallet flisas där det produceras och fliset sprids ut på marken t.ex. i rabatter där det så småningom förmultnar. Med lövmalning menas att löv från lövfällningen på hösten som ligger på gräsytor, mals sönder genom att köra över ytorna med en rotorgräsklippare (Hallefält, 1992).

4.1 Kompostering vid större komposteringsanläggningar

Vid jämförelser i detta arbete studeras några olika metodiker på komposteringsförfarandet. Det går att urskilja tre olika huvudmoment i de olika komposteringsmetodikerna som generellt tillämpas på stora anläggningar. De tre olika momenten är sönderdelning, vändning och siktning. Nedan följer en kortfattad beskrivning av förekommande maskiner och tillvägagångssätt vid respektive moment. För utförligare information om komposteringsprocessen och teknisk beskrivning av maskiner hänvisas till Bengtsson & Fergedal (1991) och till Hallefält (1992).

4.1.1 Sönderdelning

Komposteringsprocessen börjar när dött biologiskt material samlas i en hög. Högen verkar isolerande mot den omgivande luften och medger att temperaturen kan överstiga lufttemperaturen. Temperaturhöjningen åstadkoms genom aerobisk mikrobisk aktivitet i det döda materialet. Höjd temperatur gynnar den mikrobiska aktiviteten, vilket leder till ytterligare temperaturhöjning. De aeroba (syrekrävande) mikroorganismerna bryter på detta vis ner det biologiska materialet (Bengtsson & Fergedal, 1991).

För att påskynda detta nedbrytningsförlopp kan materialet sönderdelas. Genom sönderdelningen får mikroorganismerna fler fronter och större totalyta att arbeta på. Sönderdelningen gör också att komposthögen får bättre temperaturisolering mot den omgivande luften. Detta leder till ytterligare förhöjd temperatur och påskyndad process.

Sönderdelningen kan ske med lite olika maskintyper. Nedan följer en uppräknings av några.

- Grenkrossen är en traktormonterad slagkross som framförs ovanpå komposthögen. Materialet som skall sönderdelas har då placerats ut på komposthögen före sönderdelningen. Denna maskin fungerar bra med såväl grovt som fint material och har hög kapacitet. Vid kompostcentrat på Spillepeng komposteras årligen drygt 20 000 ton park- och trädgårdssavfall och där krävs endast en grenkross. Maskinen är relativt okänslig för främmande föremål som sten o.dyl.

- Hammarkvarnen har en egen drivmotor och matas av en lastare. Park- och trädgårdsavfallet placeras i en behållare på maskinen och matas igenom hammarkvarnen. Bakom maskinen kommer flisat material ut som formas till en sträng. Denna maskintyp klarar både grovt och fint material och har hög kapacitet. Hammarkvarnens kapacitet uppgår till ca. 30-60 ton park- och trädgårdsavfall per timme. Den är inte speciellt känslig för främmande föremål som t.ex. sten.
- Mixervagnen drivs av en traktor och lastas med en lastare. Park- och trädgårdsavfallet placeras i vagnens behållare där det sönderdelas och blandas. Sönderdelning och blandning sker med knivar som sitter monterade på roterande skruvar i botten av behållaren. Maskinen kan inte köras kontinuerligt utan den sönderdelar en sats i taget. Maskintypen fungerar bäst för omblandning och sönderdelning av klent material. Material som är grovt rör maskinen inte på och dess kapacitet är relativt låg, ca. 5-10 ton per timme. Maskinens slitage ökar kraftigt vid förekomst av sten och andra hårda föremål. Vidare har det visat sig att fuktiga kletiga material är svårblandade i mixervagnen
- Flismaskinen finns både för traktordrift och med egen motor. Oftast förekommande är trumhuggen, vilken sönderdelar genom att en roterande trumma med knivar hackar sönder materialet som matas in i maskinen (matningen sker för hand eller med en kran). Den är avsedd för stationär drift och finns i storleksintervall från någon enstaka kW till hundratals kW. Maskinen placerar fliset antingen direkt på marken eller i något transportkärl. Maskinen klarar de flesta typer av rena park- och trädgårdsavfall. Kapaciteten är starkt beroende av motorstyrkan och på inmatningsmetodiken.

4.1.2 Vändning/luftning

När processen pågått en tid blir komposthögen mer kompakt. Luftväxlingen mellan komposthögen och den omgivande luften sker då allt långsammare. När den i komposthögen befintliga luftens syre är förbrukat av mikroorganismerna, avstannar komposteringsprocessen. För att processen skall fortgå måste komposten luckras upp så att syretillförande luftväxling åter kan ske. Detta sker genom att vända eller lufta komposten. Olika maskintyper och metodiker för detta ändamål räknas upp nedan.

- Grävmaskin/hjullastare. Genom att flytta komposten från ett ställe till ett annat med antingen en grävmaskin eller en hjullastare görs materialet luckrare och porösare så att nytt syre tillförs till de verksamma mikroorganismerna. I vissa fall räcker det med att lyfta högen något och släppa ner den igen. För att uppnå god omblandning och lufttillförsel med grävmaskin/hjullastare krävs stor förarvana och -skicklighet.
- Strängvändare (mobil traktordriven vändare). När komposten är utplacerad i strängar kan dessa vändas med en strängvändare. Vändningen och lufttillförelsen sker genom att en horisontell och vinkelrätt mot färdriktningen roterande vals, blandar om materialet i strängen. Med denna maskintyp erhålls en homogen slutprodukt tack vare väl genomförd omblandning.

Bäddvändare (mobil traktordriven vändare) kan användas när stora kompostbäddar skall vändas. Maskinen fräser av sidan på bädden med en vals, trumma eller fräsmatta. Det lösgjorda materialet blandas och placeras i en ny bädd på andra sidan om maskinen. Med denna maskin uppnås en väl genomblandning av komposten.

4.1.3 Siktning

När komposteringsprocessen betraktas som färdig och avslutad finns det ofta en del grovt vedartat material kvar, som inte är önskvärt i slutprodukten. För att få bort detta siktas komposten. Oftast används en trumsikt, antingen en mobil eller en traktormonterad. Olika storlekar på sällöppningarna förekommer. Vanligtvis användes sällöppningar mellan 20 mm och 30 mm.

4.2 Direkt återföring på plats

Det förekommer att park- och trädgårdsavfall återförs på samma ställe eller i närheten av där det uppstår, varmed ett lokalt kretslopp uppnås (Hallefält, 1992). Detta är vad som i detta arbete menas med direkt återföring på plats. Park- och trädgårdsavfallet sönderdelas och utplaceras utan att transporteras några nämnvärda sträckor. Nedbrytningen sker genom förmultning utan några fossila energiinsatser och utan kostnader. Ur kretsloppsynpunkt är detta den ideala hanteringsformen men den kan tyvärr inte genomföras överallt.

Gräsklipp, som är lätt nedbrytbart, återförs redan idag direkt på plats i stor utsträckning. Detta sparar resurser på grund av utebliven uppsamling, borttransport och vidare behandling.

Löv från lövfällningen på hösten är också en relativt lätt nedbrytbar avfallsfraktion. Med flera av dagens moderna rotorgräsklippare är det möjligt att sönderdela löven direkt på gräsytor, så att de bryts ner på några veckor. Den största andelen löv som uppstår behandlas redan idag på detta sätt inom Lunds kommun. En del löv samlas fortfarande ihop med lövsugningsutrustning och lövblåsningsutrustning på framförallt hårdgjorda ytor och på ytor där förmultningsrester inte kan accepteras.

Jämförelser av bränsleförbrukning vid direkt återföring av löv (lövmalning) och vid lövsamling, visar att lövsamling kräver högre bränsleförbrukning (egna mätningar enligt bilaga 2). Kostnaderna för lövsamling torde vara högre än vid lövmalning eftersom lövsamling kräver extra maskinell utrustning och efterbehandling medan lövmalning kan utföras med den befintliga rotorgräsklipparen.

4.3 Kompostering på plats

På några platser t.ex. parker, kolonier och bostadsområde, förekommer det att park- och trädgårdsavfallet sönderdelas på samma ställe eller i närheten av där det uppstår, för att därefter komposteras i liten skala. Det är denna metodik som avses vid kompostering på plats. Ofta är en del av arbetsinsatsen i form av manuellt arbete vid mindre komposter och den maskinella arbetsinsats som förekommer är inte lika effektiv som vid större komposteringsanläggningar. När miljöpåverkan och kostnader beräknas vid kompostering på plats, används samma energiåtgång och kostnader som används vid lokala strängkomposter.

4.4 Hemkompostering

En del hushåll väljer att kompostera sitt trädgårdsavfall själva hemma i trädgården. Innan trädgårdsavfallet komposteras sönderdelas det ofta i någon form av kompostkvarn eller mindre flismaskin. Förutom sönderdelningen består arbetsinsatsen mestadels av manuellt arbete. Vid beräkning av miljöbelastning och kostnader för hemkomposter medräknas endast

insatserna vid sönderdelningen. Sönderdelningen sker i denna studie med förbränningsmotor-drivna maskiner. Det finns dock en hel del mindre elmotordrivna sönderdelningsmaskiner på marknaden, som är bättre ur miljösynpunkt men som har begränsad kapacitet och hållbarhet.

5 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BAKGRUNDSDATA

I detta arbete används löpande en del begrepp och termer som kräver ingående förklaring och definition. Det är framförallt vid beräkningar av energiförbrukning och kostnader vid behandling och transport av park- och trädgårdsavfall.

5.1 Volymvikter

Volymvikter på park- och trädgårdsavfall är beroende av ett flertal faktorer och uppgifterna är varierande. Under komposteringsförloppet minskar vikt och volym med ungefär 50 % vardera. Minskningen beror på att det under komposteringsprocessen bildas koldioxid som avgår till luften och att en del vatten avdunstar. Ursprungsvolymer är då baserad på sönderdelat park- och trädgårdsavfall. Det innebär att volymvikten inte ändras speciellt mycket efter sönderdelningen utan den befinner sig kring 600 kg/m³ beroende på packningsgrad. Obehandlat park- och trädgårdsavfall har skrymdensiteten 100-300 kg/m³ när det lagras i en hög. I bilaga 3 finns de i dessa beräkningarna använda volymvikterna angivna.

5.2 Energiförbrukning och miljöbelastning

Energiförbrukning och bränsleförbrukning används synonymt i denna studie, beroende på att nästan all maskinell utrustning som används i samband med behandling och transport är dieselmotordriven. Detta leder i sin tur till att energiförbrukning och bränsleförbrukning likställs med miljöbelastning. Ökad bränsleförbrukning leder till ökad miljöbelastning och arbete som utförs med t.ex. elektricitet anses ge en försumbar miljöbelastning. I bilaga 4 återfinns värden på energiförbrukning för maskiner som används i samband med kompostering, och i bilaga 5 framgår energiförbrukning för transportfordon.

Transport av trädgårdsavfall från hushåll sker idag i stor utsträckning med personbil till återvinningscentralerna. Dessa transporter sker alltså med bensindrivna fordon. Skillnaden i miljöpåverkan från en liter bensin från ett bensindrivet fordon är emellertid liten jämfört med miljöpåverkan från en liter diesel från ett dieseldrivet fordon. I begreppet miljöpåverkan ingår då bidrag till växthuseffekten. I bilaga 8 finns en beräkning om miljöpåverkan av dieseldrivna fordon och av bensindrivna fordon.

5.3 Kostnader

Totalkostnader som beräknas i studien är samhällets kostnader. Hushållens manuella arbetsinsats betraktas som gratis. När privata personbilar används som transportfordon belastas kalkylerna endast med den rörliga milökostnaden för dessa som i genomsnitt är 17 kronor (Eklund, pers.medd.1996).

När kostnaden för flisning av parkavfall på plats beräknas, t.ex. i en park, används entreprenörskostnaden för flisning på kompostanläggning, med ett tillägg på 25 procent. Tillägget

baseras på att kapaciteten blir lägre när flera små partier skall flisas jämfört med flisning av ett stort parti. I tillägget ingår också kostnaden för en extra person till förflyttning av flismaskin. När kostnaden för hemkompostering beräknas används taxan för inhyrning av mindre flismaskin. I bilaga 6 finns taxor som är använda för beräkning av dessa kostnader.

5.4 Transport

Transport av park- och trädgårdsavfall är både kostsamt och energikrävande och den kan ske med ett flertal olika fordonstyper. Generellt sett är transporterna ineffektiva med låga lastvikter, p.g.a. låga volymvikter hos park- och trädgårdsavfallet.

För transport av trädgårdsavfall från hushåll till återvinningscentral används vanligtvis personbilar. Ibland sker transporten dock med kommunala komprimerande sopbilar. För transport av stora mängder trädgårdsavfall från återvinningscentraler till regionala komposter, används containerlastbilar. Varje container rymmer 36 m³ eller ca. 5 ton obehandlat park- och trädgårdsavfall, och varje lastbil lastar tre containers.

Övrigt park- och trädgårdsavfall som inte transporteras med personbil, sopbil eller i containers, transporteras vanligtvis med flaklastbil eller med traktor och vagn. I denna studie är kostnad och energiförbrukning för transport av övrigt parkavfall beräknad efter kostnad och energiförbrukning för en flaklastbil som lastar 10 m³.

Med körsträcka avses i detta arbete den faktiska sträckan som fordonet rör sig. Den består alltså av en framkörningsdel till lastningsplatsen, och en borttransportdel. Transportavstånd, som också förekommer i detta arbete, avser däremot sträckan mellan lastningsplats och avlastningsplats. Transportavståndet är alltså normalt halva körsträckan.

I bilaga 5 framgår de transportavstånd och lastvikter som är använda i detta arbete.

5.5 Behandling

Vid beräkning av energiinsatser och kostnader vid olika behandling används hela tiden den totalt invägda mängden park- och trädgårdsavfall som behandlad mängd. Vikten minskar med ca. 50 % under komposteringsförloppet och volymen minskar ungefär likartat. Volymvikten beräknas därför ligga på samma nivå under komposteringsförloppets gång.

6 HANTERINGEN AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL I LUND IDAG

Allt park- och trädgårdsavfall som lämnas till behandling komposteras idag inom SYSAV:s region (SYSAV, 1995). Material som flisas och återförs direkt på plats räknas inte in i detta avfall. En del av park- och trädgårdsavfallet hemkomposteras eller komposteras på plats, men det allra mesta komposteras på regionala kompostcentra.

6.1 Hanteringen i hela SYSAV-regionen

Inom SYSAV-regionen finns det idag två stycken regionala kompostcentra. De är belägna på Spillepeng i Malmö och på Albäck i Trelleborg. På dessa två platser komposteras allt park-

och trädgårdsavfall som omhändertas av SYSAV. Stora leverantörer av park- och trädgårdsavfall är hushåll, bostadsföretag och -förvaltningar, landsting och kyrkogårdsförvaltningar.

Vägen till kompostcentrat kan gå på olika sätt. Mer än 50 % av trädgårdsavfallet från hushåll lämnas in av hushållen själva till någon av de tiotalet jämnt utspridda återvinningscentralerna i regionen. Från återvinningscentralerna transporteras det sedan vidare i containers till kompostcentrat. Ca. 30 % av trädgårdsavfallet från hushållen samlas in av kommunerna med komprimerande sopbil. Detta trädgårdsavfall från hushållen transporteras till kompostcentrat med den komprimerande sopbilen. Dessa hushåll abonnerar på denna tjänst. Ca. 15 % av trädgårdsavfallet från hushållen hemkomposteras av hushållen själva (SYSAV, 1995). Övriga leverantörer, som framförallt levererar parkavfall, transporterar i de flesta fall själva detta till kompostcentrat. Transporten sker med antingen flaklastbil eller med traktor och vagn.

1994 insamlades drygt 22 000 ton park- och trädgårdsavfall i regionen. Av denna mängd bestod 12 000 ton av trädgårdsavfall från hushåll som samlades in via återvinningscentralerna. Resterande mängd levererades direkt till de två kompostanläggningarna på Spillepeng och i Trelleborg. Ca. 75 % av inlämnat park- och trädgårdsavfall komposteras på Spillepeng och ca. 25 % komposteras i Trelleborg (Statistik, 1994).

6.2 Hanteringen av park- och trädgårdsavfall i kommunen Lund

Inom Lunds kommun hanteras årligen drygt 7000 ton (7207 ton) park- och trädgårdsavfall. För närvarande behandlas ungefär hälften av detta inom kommunen och den andra hälften transporteras till den regionala madrasskomposten på Spillepeng i Malmö. Insamling och vidare hantering av park- och trädgårdsavfallet från Lunds kommun framgår i tabell 1.

Tabell 1. Hantering av park- och trädgårdsavfall i Lunds kommun

	Prod. mängd (ton)	Trp. mängd (ton)	Reg. beh. (ton)	Lok. beh. (ton)	Komp. på pl. (ton)	Flisn. på pl. (ton)	Körsträck (mil)
¹⁾ Park- och naturkontoret	1 900	1 400		1 400		500	900
²⁾ LKF	800	800	800		¹⁾		2 350
³⁾ LRV	584	304	⁴⁾ 304		⁵⁾ 280		1 140
⁶⁾ Lunds sjukv. distrikt	321	100	100		200	21	100
⁷⁾ Kyrkogårdsförvaltning	280	280		280			50
⁸⁾ Akademiska hus	150	90	90		¹⁾	60	24
⁹⁾ HSB	70	70	70		¹⁾		100
¹⁰⁾ KDN Veberöd	50	20		20		30	10
¹¹⁾ KDN N.F.	19	7	7			12	15
¹²⁾ AF-bostäder	12					12	
Summa "förvaltningar"	4 186	3 071	1 371	1 700	480	635	4 689
¹³⁾ Gunnesbo	1 468	1 468	1 468				451
¹⁴⁾ Veberöd	500			500			
¹⁵⁾ Genarp	100	100	100				48
¹⁶⁾ Rögle	413	413	413				198
Summa återvinningsc.	2 481	1 981	1 981	500			697
¹⁷⁾ Övriga hushåll	540				540		
Summa hushåll	3 021	1 981	1 981		540		697
Summa totalt	7 207	5 052	3 352	2 200	1 020	635	5 386

Källor och kommentarer till tabell 1:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1) Brobeck (pers.medd, 1995) | 2) Nidemar (pers.medd, 1995) |
| 3) Bergström (pers.medd, 1995) | 4) Edvardsson (pers.medd, 1995) |
| 5) Borgström (pers.medd, 1995) | 6) Flood (pers.medd, 1995) |
| 7) Svensson, T (pers.medd, 1995) | 8) Mårtensson (pers.medd, 1995) |
| 9) Jönsson (pers.medd, 1995) | 10) Karlsson (pers.medd, 1995) |

- Trädgårdsavfall som hämtas hemma hos hushåll
- Park- och trädgårdsavfall från kolonier som komposteras på plats
- Återvinningscentral, körsträckan avser endast borttransport från återvinningscentralen
- Trädgårdsavfall som hemkomposteras
- Trädgårdsavfall från hushåll
- Kompostering på plats i liten skala

Mängderna som framgår i tabell 1 är de mängder som hanteras inom kommunen Lund. Enligt Svensson, L.Å. (1996) kommer 25 % av mängden som lämnas in till återvinningscentralen på Gunnesbo från kommuner i Lunds omnejd. Dessa 25 % hanteras dock i Lunds kommun, varför de ingår i tabell 1.

Transportsträckor från hushåll till återvinningscentral ingår ej i tabell 1. Av denna anledning blir mängden park- och trädgårdsavfall som transporteras lägre än summan av de mängder som komposteras lokalt och regionalt.

I diagram 1 och i diagram 2 framgår det tydligare var park- och trädgårdsavfall uppstår inom kommunen och hur detta hanteras och behandlas.

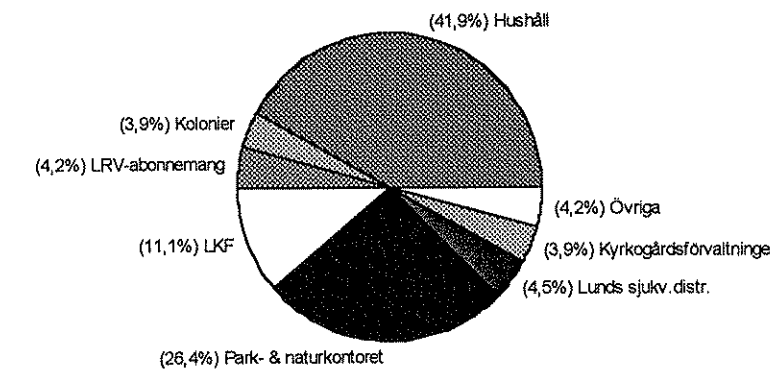


Diagram 1. "Producenter" av park- och trädgårdsavfall och respektive producents andel av den totala "produktionen" som uppgår till 7 200 ton (1994)

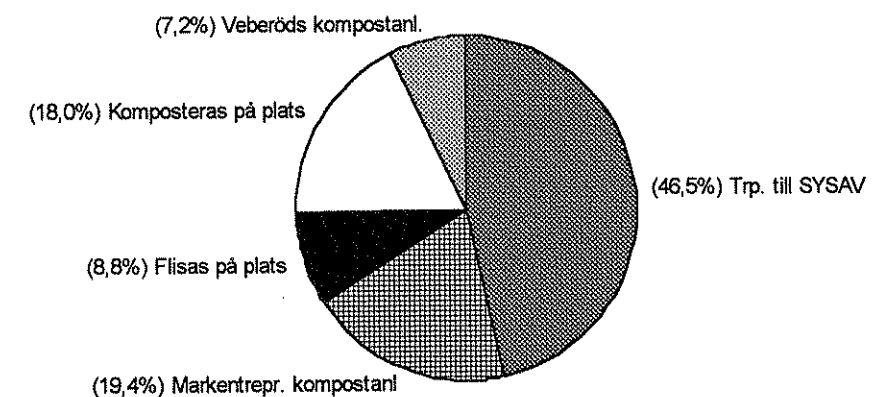


Diagram 2. Hantering och behandling av park- och trädgårdsavfall inom Lunds kommun

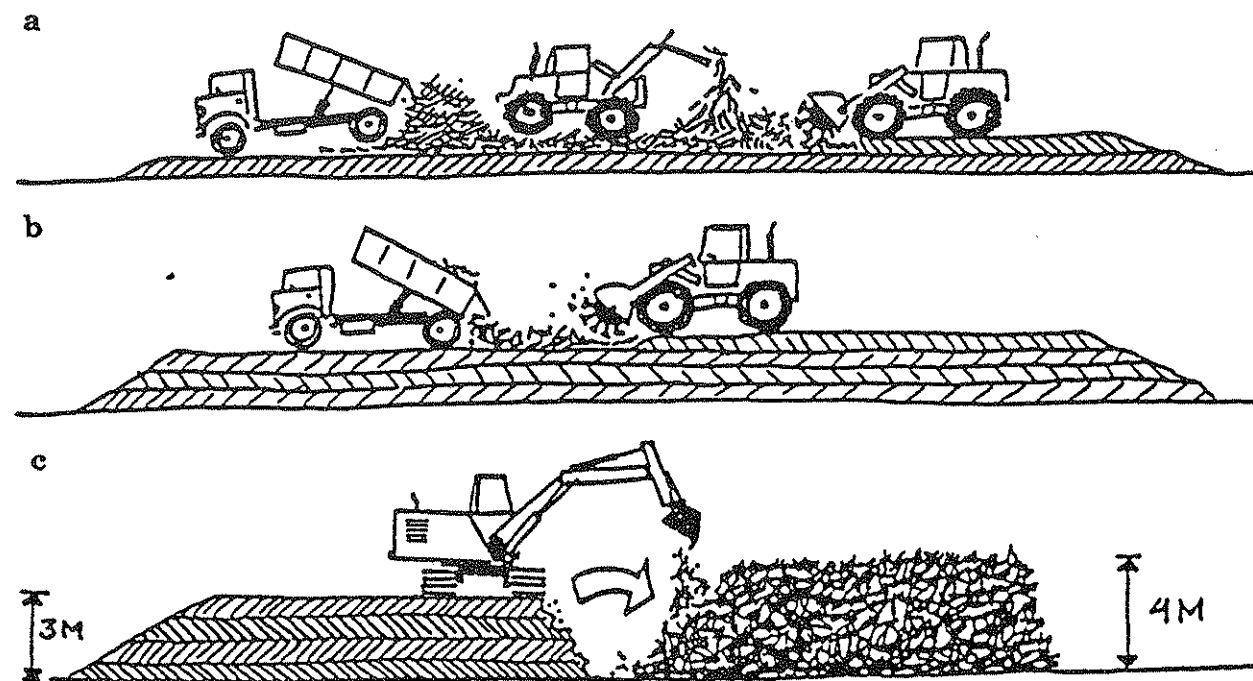
I diagram 2 är Veberöds kompostanläggning en lokal kompost ute i kommundelen Veberöd och Markentreprenads kompostanläggning är Lunds lokala kompost (S:t Hans) dit Park- och naturkontoret lämnar sitt parkavfall. Hemkompostering ingår i den andel som komposteras på plats i diagram 2.

7 BEHANDLING AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL FRÅN LUNDS KOMMUN

Enligt diagram 2 transporteras ungefär hälften (46,5 %) av park- och trädgårdsavfallet från Lunds kommun till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Resterande mängd behandlas med olika metoder inom kommunen. Det finns bl.a. två lokala komposteringsanläggningar inom kommunen där park- och trädgårdsavfall behandlas (S:t Hans i Lund och Veberöds återvinningscentral).

7.1 Storskalig regional madrasskompostering på Spillepeng

På Spillepeng finns en madrasskomposteringsanläggning. Madrasskompostering innebär att allt park- och trädgårdsavfall samlas i en hög (madrass), lager på lager, där det komposteras. Det färska materialet jämnas med en hjullastare och flisas därefter med en traktormonterad grenkross. Sedan luftas komposten ca. 1 gång per vecka, med en hjullastare. Efter ca. ett år vänds hela madrassen med en grävmaskin. Vändning av komposten upprepas en gång per år och efter ca. tre år är komposten färdig. Den siktas då med en trumsikt. För att processen skall fungera vid madrasskompostering krävs att den årligen tillförda mängden park- och trädgårdsavfall uppgår till minst 5000 ton (Fredriksson, pers. medd. 1995). I figur 2 åskådliggörs en principskiss på madrasskompostering.



Figur 2. Madrasskompostering: a. Avlastning och sönderdelning. b. Kontinuerlig uppbyggnad av madrassen. c. Vändning av madrassen. (Fergedahl m.fl., 1983.)

1994 uppgick den invägda mängden park- och trädgårdsavfall till 17 320 ton på Spillepeng (Statistik, 1994). Av denna mängd utgjorde 3350 ton park- och trädgårdsavfall från Lunds kommun.

7.1.1 Energiinsatser

Den årliga energiinsatsen på komposteringsanläggningen på Spillepeng framgår i tabell 2. Här är den mätt i liter dieselolja, vilket är det gemensamma bränslet för samtlig maskinell utrustning. På Spillepeng är bränsleförbrukningen 0,96 liter dieselolja/ton invägd mängd park- och trädgårdsavfall.

Tabell 2. Bränsleförbrukningen för drift av maskiner vid kompostering på Spillepeng (Fredriksson, 1995)

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle- förbrukning (l/h)	Bränsle- förbrukning (l/ton)
MB-Trac 1600	Flisning	11312	693	16	0,65
BM L120B	Luftning	1620	120	14	0,09
Åkerman H16B	Vändning	720	48	15	0,04
Doppstadt	Siktning 1g	839	420	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	2098	420	10	0,12
	Summa	16589	1281		0,96

7.1.2 Kostnader

Behandlingskostnaden för kompostering av park- och trädgårdsavfall uppgår till 150 kronor per ton (Sundström, 1995). Det är denna avgift som leverantörer betalar vid leverans av park- och trädgårdsavfall. I denna avgift ingår kostnader för mark, maskinell insats, arbetsinsats och administrativa kostnader. Eventuella kostnader för avyttring av den färdiga kompostjorden ingår också.

7.2 Lokal strängkompostering på S:t Hans

Vid S:t Hans backar i norra Lund tillämpar Markentreprenad strängkompostering. Park- och trädgårdsavfall från främst Park- och naturkontoret levereras och samlas i en hög på ett inhägnat område (Hylkén, pers., medd. 1995). Den årligen insamlade mängden uppgår till ca. 9000 m³ obehandlat park- och trädgårdsavfall (Bengtsson, pers. medd., 1996). Detta motsvarar ca. 1400 ton vid en volymvikt på 150 kg/m³ hos obehandlat park- och trädgårdsavfall. Det färska materialet flisas med en hammarkvarn. Fliset placeras i en sträng som är ca. tre meter bred och två meter hög. Efter några månader flyttas och luftas strängen med en hjullastare. När komposteringen pågått i ca. ett år siktas komposten i en trumsikt. Vid siktningen blandas en del sand och matjord in i komposten för att få en luftigare och torrare jord. Siktresten flisas ytterligare en gång för att få ner dimensionerna på de grövsta delarna. Notabelt är att resultatet efter hammarkvarnen inte är tillfredsställande utan ofta blir det stor andel siktrest, som kräver ytterligare flisning. Detta medför att genomloppstiden blir upp till tre år för en del av kompoststråvan och att en del genomgår flisning och siktning två till tre gånger (Bengtsson, pers. medd., 1996). Den färdiga kompostjorden uppgår för närvarande till ca. 2000 m³/år och den består då av ca. 60 % kompost och 40 % sand och matjord.

7.2.1 Energiinsatser

Energiförbrukningen för de olika maskinella verksamheterna på komposteringsanläggningen vid S:t Hans framgår i tabell 3. Totalt uppgår bränsleförbrukningen till 2,35 liter/ton.

Tabell 3. Bränsleförbrukning vid behandling på komposteringsanläggningen på S:t Hans (egna mätningar)

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle- förbrukning (l/h)	Bränsle- förbrukning (l/ton)
Tim	Flisning 1,5 g.	1470	72	20	1,05
Hjullastare	Flisning 1,5 g.	723		10	0,52
Hjullastare	Vändning 3 g.	857	86	10	0,61
Doppstadt	Siktning 1 g.	68	34	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	170		10	0,12
	Summa	3288	192		2,35

Ett alternativ till att kompostera lokalt i Lund vid S:t Hans, är att transportera park- och trädgårdsavfallet från insamlingen vid S:t Hans till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Transportavståndet är då ca. 2 mil och transporten sker lämpligen med containers vars volym är 36 m³. Dessa lastar ca. 5 ton obehandlat park- och trädgårdsavfall. Totala bränsleförbrukningen för dessa insatser blir då, inklusive behandling på Spillepeng, 2,98 liter/ton park- och trädgårdsavfall, vilket framgår i tabell 4.

Tabell 4. Bränsleförbrukning vid transport från S:t Hans till Spillepeng och behandling av park- och trädgårdsavfall på Spillepeng

	Br.förbr. l/mil	Lastkap. ton	Körsträcka mil	Br.förbr. l/ton
L-bil	7,6	15	4	2,03
Beh. Spillep.				0,96
Summa				2,98

Den totala bränsleförbrukningen blir alltså ca. 0,6 liter/ton högre om materialet transporteras till Spillepeng jämfört med lokal kompostering på S:t Hans.

7.2.2 Kostnader

Enligt Jan-Åke Bengtsson (1996), Markentreprenad Lund, uppgår den årliga kostnaden till ca. 205 000 kr, för kompostering. Detta medför att behandlingskostnaden blir ca. 146 kr/ton inlevererad mängd park- och trädgårdsavfall. En kostnad som kan tillkomma är avyttringskostnad för den färdiga produkten.

Taxor som gäller för behandling på S:t Hans är följande: flisning: 40 kr/m³ flis, siktning: 875 kr/h, timtaxa för en hjullastare för vändningsarbete: 350 kr/h. Övriga kostnader är enligt Bengtsson (pers. medd., 1996). Se tabell 5.

Tabell 5. Kostnader för behandling på komposteringsanläggningen på S:t Hans, enligt Jan-Åke Bengtsson (pers. medd., 1996)

S:t Hans	à pris	enheter	kostnad
Sönderdelning	40 kr/m ³	1.500 m ³	60.000
Vändning	350 kr/h	85,71 h	30.000
Siktning	875 kr/h	57 h	50.000
Markhyra	2 kr/m ²	12.500 m ²	25.000
Administration	14 kr/ton	1900 ton	20.000
Underhåll			20.000
Summa			205.000
		kr/ton	146

Som alternativ till att kompostera park- och trädgårdsavfallet i Lund vid S:t Hans kan det transporteras till Spillepeng. Kostnaderna för detta (transport från Lund till Spillepeng och behandlingskostnad på Spillepeng) skulle då bli enligt tabell 6.

Tabell 6. Kostnader för transport och behandling, vid transport av park- och trädgårdsavfall från S:t Hans i Lund till Spillepeng

	à pris	enheter	kostnad
Transport	475 kr/cont	280 con	133.000
Behandlingsavgift	150 kr/ton	1400 ton	210.000
Summa			343.000
		kr/ton	245

I tabell 6 utföres transporten med containers vars volym är 36 m³ och dess lastvikt uppgår till ca. 5 ton. Utifrån de uppgifter som Markentreprenad redovisar angående kostnader för behandling av park- och trädgårdsavfall vid S:t Hans i Lund, är det billigare att kompostera Park- och naturkontorets park- och trädgårdsavfall lokalt på S:t Hans i Lund än att transportera det insamlade materialet till Spillepeng i Malmö.

7.3 Lokal strängkompostering på Veberöds återvinningscentral

På Veberöds återvinningscentral bedrivs strängkompostering i pilotförsök med olika behandlingsintensiteter. Säsongen 1994-1995 samlades ca 500 ton park- och trädgårdsavfall in på återvinningscentralen i Veberöd (Mårtensson, pers. medd., 1995 samt egen mätning)

I ett av försöken sönderdelas materialet och placeras sedan i strängar som vänds/luftas ca. en gång per månad. Här erhålles färdig kompostjord efter 6-9 månader. I ett annat försök sönderdelas det färska materialet som sedan placeras i en större bädd. Denna vänds en gång med hjullastare efter ca. 6 månader. Här erhålles färdig kompostjord efter ca. ett år. I det senare fallet är utrymmesbehovet mindre än vid kompostering i strängar, vilket ger lägre anläggningskostnad.

När en bädd vänds endast en gång med hjullastare, som i det senare fallet, är det risk att materialet inte blir homogent på grund av att det då inte är tillräckligt blandat. Detta problem, kan lösas genom att vända oftare med en specialmaskin för vändning av bäddar. Denna maskin medför emellertid att vändningskostnaderna skjuter i höjden p.g.a. att maskinen är dyr i inköp

och har relativt låg kapacitet. Kostnader för olika typer av kompostvårdare framgår av bilaga 7.

På Vafab (Västmanlands avfalls ab) i Västerås tillämpas en kombinerad sträng- och bäddkomposteringsmetod, som minskar utrymmesbehovet jämfört med konventionell strängkompostering och som även ger homogen kompostjord. Metodiken där är enligt följande. Till att börja med flisas det färskt park- och trädgårdsavfallet så fint som möjligt med en hammarkvarn. Fliset placeras i strängar på en asfalterad yta. Strängarna vänds en gång per vecka de första åtta veckorna. Därefter vänds strängarna ungefär en gång varannan vecka. Efter ca. tre månader föses strängarna samman till en större bädd. Vid sammanfösningen förflyttas materialet till en grusad yta. Denna bädd vänds en gång i månaden med grävmaskin. Efter drygt ett halvår i bädden sikts komposten.

I dag produceras ca. 1500 m³/år i en storskalig försöksverksamhet. Vafab:s kostnad för framställning av kompostjord uppgår i dagsläget till ca. 300 kr/m³ producerad mängd. Volymvikten på kompostjorden uppgår till 0,6 ton/m³ vid vattenhalten 50 %. I kostnaden 300 kr/m³ ingår en stor andel försöks- och testverksamhet. Med ovanstående förutsättningar och markanläggningar kan kostnaderna troligtvis sänkas till ca. 200 kr/m³, i en mer produktionsinriktad verksamhet (Ånger, pers. medd., 1996).

Vafab:s behandlingskostnad baserad på produktionskostnaden 200 kr/m³, kan räknas om till ca. 120-170 kr/ton inlevererad mängd park- och trädgårdsavfall.

7.3.1 Energiinsatser

Energiförbrukningen varierar inte nämnvärt vid olika lokala strängkomposteringsmetoder. Generellt sett är den högre än vid stora regionala madrasskomposter med extensivare teknik. I nedanstående tabeller (tabell 7-tabell 9) framgår det vilka skillnader som förekommer vid några olika behandlingsmetodiker.

Tabell 7. Bränsleförbrukning vid strängkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, 6 vändningar med strängvårdare och siktning med trumsikt

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle- förbrukning (l/h)	Bränsle- förbrukning (l/ton)
Doppstadt	Flisning 1 g.	370	26	14	0,74
Hjullastare	Flisning 1 g.	259	26	10	0,52
Strängvårdare	Luftning 6 g.	59	11	5	0,12
Doppstadt	Siktning 1 g.	24	6	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	61	0	10	0,12
Summa		774	69		1,55

Tabell 8. Bränsleförbrukning vid bäddkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, en vändning med hjullastare och siktning med trumsikt

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle- förbrukning (l/h)	Bränsle- förbrukning (l/ton)
Doppstadt	Flisning 1 g.	370	26	14	0,74
Hjullastare	Flisning 1 g.	259	26	10	0,52
Hjullastare	Luftning 1 g.	161	16	10	0,32
Doppstadt	Siktning 1 g.	24	6	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	61		10	0,12
Summa		876	74		1,75

Tabell 9. Bränsleförbrukning vid kombinerad sträng- och bäddkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, fyra vändningar med strängvårdare och en vändning med hjullastare

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle- förbrukning (l/h)	Bränsle- förbrukning (l/ton)
Doppstadt	Flisning 1 g.	370	26	14	0,74
Hjullastare	Flisning 1 g.	259	26	10	0,52
Vårdare	Luftning 4 g.	40	7	5	0,08
Hjullastare	Sammanfösning	10	2	10	0,02
Hjullastare	Vändning 1g.	161	16	10	0,32
Doppstadt	Siktning 1 g.	24	6	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	61	0	10	0,12
Summa		925	83		1,85

Som alternativ till att kompostera park- och trädgårdsavfall lokalt i Veberöd vid återvinningscentralen, kan detta transporteras från återvinningscentralen i Veberöd till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Transporten sker lämpligen med containers om ca. 5 ton obehandlat avfall. Bränsleförbrukningen för transport och kompostering av park- och trädgårdsavfall från kommunalen Veberöd blir då ca. 5 liter dieselolja per ton, enligt tabell 10. Transportavståndet uppgår till fyra mil och bränsleförbrukningen på den regionala madrasskomposten är 0,96 l/ton för behandling, enligt tabell 2.

Tabell 10. Bränsleförbrukning vid transport av park- och trädgårdsavfall från återvinningscentralen i Veberöd till Spillepeng samt bränsleförbrukning för kompostering på regional madrasskompost

	Br.förbr. l/mil	Lastkap. ton	Körsträcka mil	Br.förbr. l/ton
L-bil	7,6	15	8	4,05
Beh. Spillep.				0,96
Summa				5,01

Redan vid ett så kort transportavstånd som fyra mil överstiger den totala bränsleförbrukningen för transport till och kompostering vid regional madrasskompost, vida den totala bränsleförbrukningen vid lokal strängkompostering. Detta trots att bränsleförbrukningen för kompostering är lägre vid madrasskompostering än vid strängkompostering. Anledningen är den energikrävande transporten som är ineffektiv på grund av stor skrymdensitet hos park- och trädgårdsavfallet.

7.3.2 Kostnader

På motsvarande sätt som för energiförbrukningen varierar inte kostnaderna för kompostering nämnvärt vid olika behandlingsmetodik. Vid strängkompostering är den generellt högre än vid madrasskompostering. I nedanstående tabeller (tabell 11-14) framgår kostnaderna vid olika behandlingsmetodik. Här ingår inga kostnader som eventuellt kan uppstå vid avyttring av komposten.

Tabell 11. Kostnad vid strängkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, 6 vändningar med strängvändare och siktning med trumsikt

	å pris	enheter	kostnad
Sönderdelning	45 kr/m ³	847 m ³	38.136
Vändning (6g.)	2 kr/m ³	5.085 m ³	12.571
Siktning	33 kr/m ³	291 m ³	9.593
Markhyra	3,1 kr/m ²	8.000 m ²	24.800
Investering i anlägg.			6.500
Administration	14 kr/ton	500 ton	7.000
Summa			98.600
		kr/ton	197

Tabell 12. Kostnad vid bäddkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, en vändning med hjullastare och siktning med trumsikt

	å pris	enheter	kostnad
Sönderdelning	45 kr/m ³	847 m ³	38.136
Vändning (1 g.)	350 kr/h	16 h	5.650
Siktning	33 kr/m ³	291 m ³	9.593
Markhyra	3,1 kr/m ²	4.800 m ²	14.880
Investering i anlägg.			6.500
Administration	14 kr/ton	500 ton	7.000
Summa			81.758
		kr/ton	164

Tabell 13. Kostnad vid kombinerad sträng- och bäddkompostering av 500 ton/år där sönderdelning sker med hammarkvarn, fyra vändningar med strängvändare och en vändning med hjullastare

	å pris	enheter	kostnad
Sönderdelning	45 kr/m ³	847 m ³	38.136
Vändning (4g.)	2,5 kr/m ³	3390 m ³	8.381
Sammanfösning	350 kr/h	16 h	5.650
Vändning (1g.)	350 kr/h	16 h	5.650
Siktning	33 kr/m ³	291 m ³	9.593
Markhyra	3,1 kr/m ²	6000 m ²	18.600
Investering i anlägg.			6.500
Administration	14 kr/ton	500 ton	7.000
Summa			99.509
		kr/ton	199

Alternativet där park- och trädgårdsavfallet från kommunalen Veberöd transporteras till den regionala madrasskomposten framgår i tabell 14.

Tabell 14. Kostnad för transport till Spillepeng och kompostering av park- och trädgårdsavfall från återvinningscentralen i Veberöd (500 ton/år)

	å pris	enheter	kostnad
Transport	800 kr/cont	100 con	80.000
Behandlingskostn	150 kr/ton	500 ton	75.000
Summa			155.000
		kr/ton	310

7.4 Övriga återvinningscentraler

De övriga återvinningscentralerna är belägna på Gunnesbo i Lund, i Rögle mellan S.Sandby och Dalby samt i Genarp. På dessa centraler samlas park- och trädgårdsavfall in från hushåll för vidare transport in till den regionala komposteringsanläggningen på Spillepeng i Malmö. Transporten in till återvinningscentralen sker med personbil och det genomsnittliga transportavståndet in till Gunnesbo uppgår till 6 kilometer. Ca 50 % av Gunnesbos besökare levererar park- och trädgårdsavfall och 63 % hade besöket på återvinningscentralen som enda ärendet. (Marknadsundersökning, 1994). För de övriga tre återvinningscentralerna finns inga uppgifter på transporter så transportuppgifterna som gäller för Gunnesbo används här som schablon.

På återvinningscentralerna samlas park- och trädgårdsavfallet i containers om 36 m³. Dessa transporteras sedan med containerbil till Spillepeng i Malmö. Den genomsnittliga mängden park- och trädgårdsavfall per container uppgår till ca. 5 ton (Fredriksson, pers. medd., 1995). Transportsträckorna till Spillepeng uppgår till 2 mil från Gunnesbo, 3 mil från Rögle och från Genarp samt 4 mil från Veberöd.

7.5 Kompostering på kolonier

På koloniområdena har nyligen (1995) skett en övergång till kompostering av trädgårdsavfall på plats. Tidigare samlades allt trädgårdsavfall i små containers på koloniområdena. Borttransport och tömning av dessa containers utfördes av kommunens renhållningsverk. Tömningen skedde på återvinningscentralen på Gunnesbo. Från Gunnesbo fortsatte transporten i större containers till den regionala madrasskomposten på Spillepeng.

Numera komposteras trädgårdsavfallet från koloniområdena i gemensamma kompostanläggningar på respektive koloniområden. Grövre material sönderdelas med en mindre flismaskin innan det placeras i kompostfacken, medan lätt nedbrytbara fraktioner placeras direkt i kompostfacken. Vändning och blandning av material sker med en inhyrd mixervagn, alternativt med traktorlastare där framkomligheten är begränsad. Ytterligare maskinella arbetsinsatser behövs inte. Ytterligare insatser klaras av med "handkraft".

7.5.1 Energiinsatser

Energiinsatser vid kolonikomposterna är vid sönderdelning och vid blandning/luftning. I tabell 15 är energiförbrukningen vid kolonikomposterna beräknade.

Tabell 15. Energiförbrukning vid kompostering av 280 ton trädgårdsavfall per år på kolonier

	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	förbrukning (l/h)	förbrukning (l/ton)
Flisning	213	140	1,52	1,42
Blandning	220	40	5,50	0,77
Summa	433	180		2,18

Tidigare när trädgårdsavfallet från kolonierna transporterades bort till regional madrasskompostering på Spillepeng i Malmö var energiförbrukningen enligt tabell 16. Energiinsatserna kan då delas in i tre delar; transport från koloni till återvinningscentral, transport från återvinningscentral till regional madrasskompost och kompostering på regional madrasskompost.

Tabell 16. Energiförbrukning vid transport av 280 ton trädgårdsavfall per år från kolonier i Lund till regional madrasskompost på Spillepeng

	Br.förbr. l/mil	Lastkap. ton	Körsträcka mil	Br.förbr. l/ton
L-bil till ÅVC	2,05	1,5	0,6	0,82
L-bil till Spillepeng	7,6	15	4	2,03
Behandling				0,96
Summa				3,80

Som framgår av tabell 15 och av tabell 16 är energiförbrukningen i dagsläget (2,18 l/ton), när trädgårdsavfallet från kolonierna komposteras på plats, lägre än när det transporterades bort till regional kompostering (3,80 l/ton). Denna erfarenhet bör också gälla för andra mindre komposter som finns vid bostadsområden etc.

7.5.2 Kostnader

Kostnader vid kompostering på plats vid kolonier är anläggningskostnad, flisningskostnad och blandningskostnad. Anläggningskostnaden är beräknad på tio års teknisk livslängd, 8 % ränta

på kapital och ett underhållsbehov på 4 % av anskaffningskostnaden. Kostnader för flisning och vändning är entreprenörskostnader. I tabell 17 framgår beräknade kostnader för drift av kolonikomposterna, med den nuvarande metodiken.

Tabell 17. Årliga kostnader för kompostering av 280 ton trädgårdsavfall per år på kolonikomposter i Lund

	Ti taxa	Årskostnad	Enhetskostnad
Anläggningskostnad		97.518	348
Flisning	300	21.000	75
Blandning	650	30.000	107
Summa		148.518	530

Tidigare när trädgårdsavfallet transporterades bort till den regionala madrasskomposten på Spillepeng var den årliga kostnaden enligt tabell 18.

Tabell 18. Årliga kostnader för transport av 280 ton trädgårdsavfall per år från kolonier i Lund till regional madrasskompost på Spillepeng

Tidigare kostnader vid kolonier i Lund	
Containerhyra	49.140
Transport till Lund (ÅVC)	54.400
Transport till Spillepeng	5.200
Behandlingsavgift	101.924
Summa	210.664

Uppgifterna i tabell 18 är baserade på 1994 års kostnader för transport och behandling av park- och trädgårdsavfallet från kolonierna i Lund (pers. medd. Svensson, L.-Å. 1996). Med den nuvarande hanteringsmetodiken beräknas årskostnaden för kolonikomposterna att uppgå till 148 000 kr enligt tabell 17. Det är drygt 25 % lägre än den tidigare årskostnaden som uppgick till 210 000 kr enligt tabell 18. Denna erfarenhet borde även gälla för andra mindre komposter vid bostadsområden etc.

8 TRANSPORT AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL

Ett sätt att öka lastvikterna, och därmed öka transporteffektiviteterna, är att öka volymvikterna genom att flisa materialet före transporten. På så vis ökar volymvikten med upp till sex gånger. Så stora vikter är inte möjligt att transportera i containers p.g.a. att den maximalt tillåtna fordonsvikten då överskrider, men upp till dubbla lastvikten är möjlig att uppnå.

8.1 Transport av obehandlat och flisat material

I diagram 3 åskådliggörs skillnaden i bränsleförbrukning vid transport av obehandlat och flisat park- och trädgårdsavfall. När materialet är flisat kan lastvikten fördubblas. Större ökning är inte möjlig för i så fall överskrider den lagstadgade maximala fordonstågsvikten på 60 ton. Fordonet inklusive tre tomma containers väger drygt 27 ton, vilket begränsar nyttolasten till drygt 32 ton. När lastvikten fördubblas ökas fordonets totalvikt med 30 %, varför lastbilens bränsleförbrukning beräknas öka med 30 % under halva färdsträckan. Detta förklarar varför transportbränsleförbrukningen per ton park- och trädgårdsavfall inte halveras när lastvikten fördubblas.

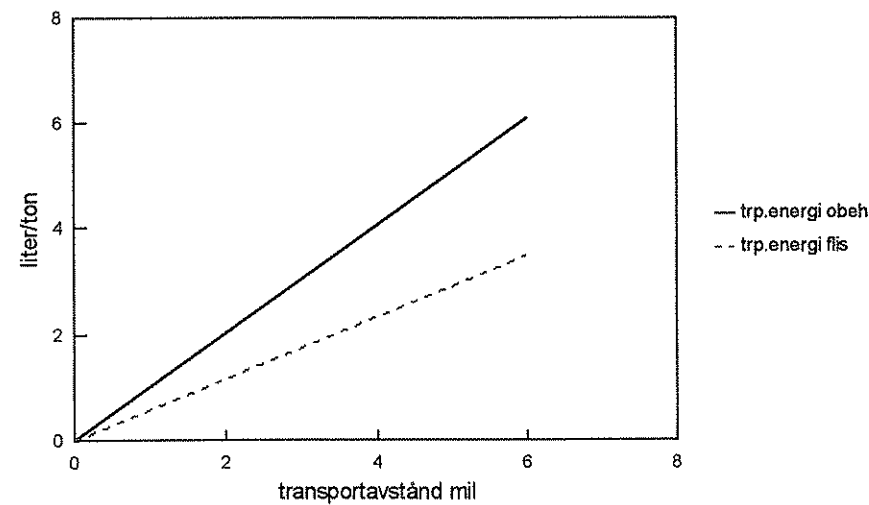


Diagram 3. Bränsleförbrukning (dieselolja) vid transport av park- och trädgårdsavfall i obehandlat respektive flisat skick. Transporten sker i containers om 36 m³ med tre containers per ekipage.

I diagram 4 finns kostnaderna för transport av park- och trädgårdsavfall på motsvarande sätt som bränsleförbrukningen finns i diagram 3. Kostnaderna är till skillnad från bränsleförbrukningen, inte knuten till lastvikten utan kostnaden är samma för varje container oavsett vilken last den har. Detta gör att transportkostnaden för varje ton halveras när lastvikten fördubblas.

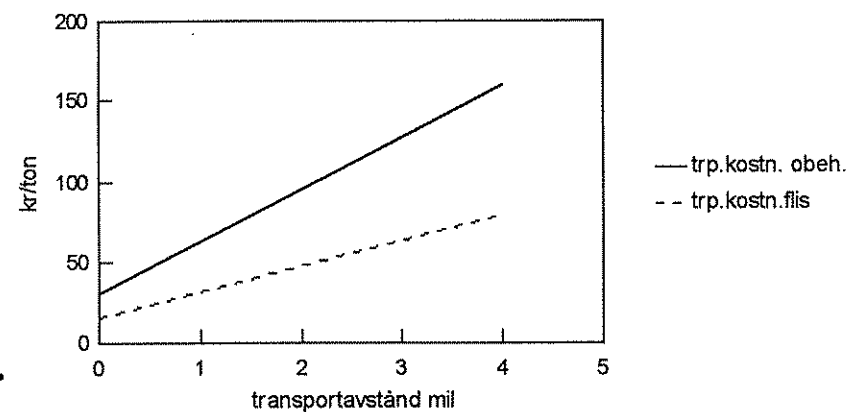


Diagram 4. Kostnad för transport av park- och trädgårdsavfall i obehandlat respektive flisat skick. Transporten sker i containers om 36 m³ med tre containers per ekipage.

Vid transportavståndet noll finns endast containerkostnaden på 30 respektive 15 kr/ton. Detta förklarar varför inte kostnaden börjar på noll vid transportavståndet noll.

8.2 Transport av obehandlat och flisat material till regional madrasskompost

En intressant jämförelse är hur den totala energiförbrukningen för transport och kompostering, när sönderdelning sker före transport på insamlingsplatsen, förhåller sig till den totala energiförbrukningen för transport och kompostering när sönderdelningen sker efter transport vid

madrasskomposten. Samma jämförelse kan göras med kostnaderna för dessa insatser. I diagram 5 och i diagram 6 är dessa jämförelser presenterade.

I diagram 5 är lastvikten fördubblad och bränsleförbrukningen 30 % högre vid transport av flisad vara än vid transport av obehandlat park- och trädgårdsavfall. Park- och trädgårdsavfallet är flisat med en hammarkvarn.

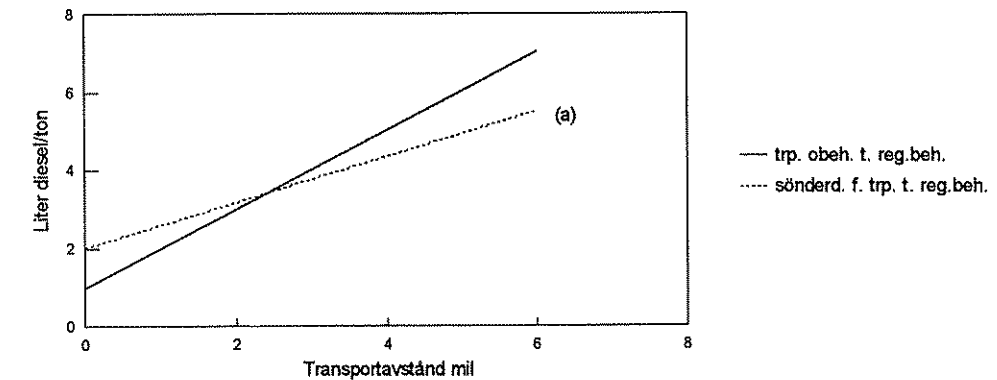


Diagram 5. Bränsleförbrukning vid transport av park- och trädgårdsavfall. Transport av obehandlad vara och transport av flisad vara.

När transportavståndet överstiger ca. 2,5 mil är hanteringen mindre resurskrävande om materialet sönderdelas före borttransport, än om det transporteras obehandlat till madrasskomposten.

Värdet som anger bränsleförbrukning vid transportavståndet noll, motsvarar bränsleförbrukningen för regional madrasskompostering (0,96 l/ton) respektive bränsleförbrukning för flisning före transport och regional madrasskompostering. I kurvan (a) som anger total bränsleförbrukning när materialet sönderdelas före transport, sker behandlingen med reducerad effekt vid sönderdelningsmomentet på den regionala madrasskomposten. Reduceringen uppgår till 30 %.

I diagram 6 gäller samma förutsättningar som i diagram 4. Kostnadsmässigt är det lönsamt att sönderdela park- och trädgårdsavfallet före borttransport från insamlingsplats till madrasskompost, när transportavståndet överstiger ca. 2,75 mil. I kurvan (a) som anger kostnad för sönderdelning och regional madrasskompostering, är behandlingen vid den regionala madrasskomposten reducerad med 10 %. Detta som en följd av att materialet redan är sönderdelat när det lämnas på madrasskomposten.

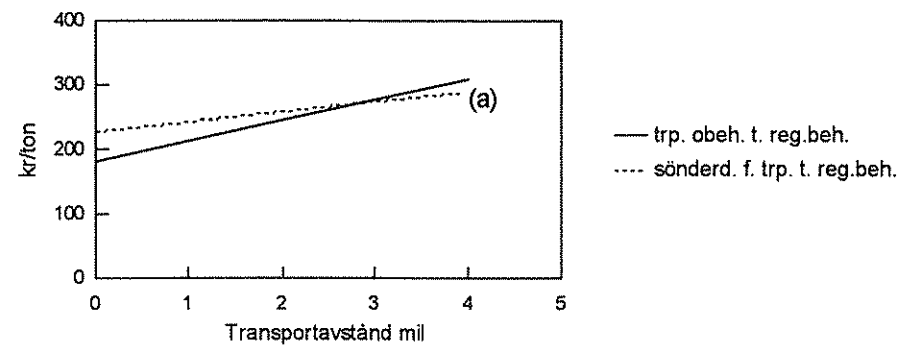


Diagram 6. Kostnad vid transport av park- och trädgårdsavfall. Transport av obehandlad vara och transport av flisad vara.

8.3 Transport av obehandlat och flisat material till lokal madrasskompost

Ovanstående energi- och kostnadsmässiga jämförelse kan också göras för park- och trädgårdsavfall som transporteras från en insamlingsplats, obehandlat eller flisat, till en strängkompost. I diagram 7 och i diagram 8 är dessa jämförelser presenterade.

I diagram 7 är lastvikten fördubblad och bränsleförbrukningen 30 % högre vid transport av flisad vara än vid transport av obehandlat park- och trädgårdsavfall. Park- och trädgårdsavfallet flisas med en hammarkvarn. Flisningen sker vid insamlingsplatsen när materialet sönderdelas före transporten respektive vid strängkomposten när materialet transporteras obehandlat.

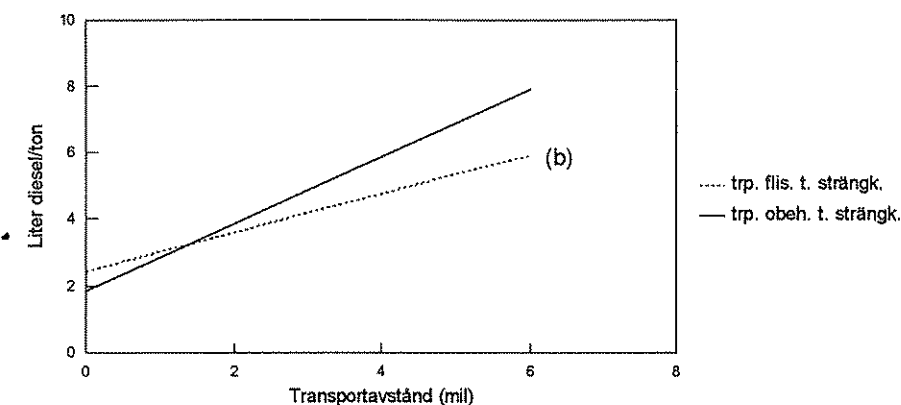


Diagram 7. Bränsleförbrukning vid transport av park- och trädgårdsavfall från insamlingsplats till strängkompost. Transport av obehandlad vara och transport av flisad vara.

När transportavståndet överstiger c.a 15 km är hanteringen mindre resurskrävande om materialet sönderdelas före borttransport från insamlingsplatsen, än om det transporteras obehandlat till strängkomposten.

Värdet som anger bränsleförbrukning vid transportavståndet noll, motsvarar bränsleförbrukning för strängkompostering (1,85 l/ton) respektive bränsleförbrukning för flisning före transport och strängkompostering med minskat bränslebehov. I kurvan (b) som anger total bränsleförbrukning vid sönderdelning före transport, sker strängkomposteringen med minskat bränslebehov. Detta som en följd av att sönderdelningsmomentet här sker vid insamlingsplatsen före transporten. Minskningen i bränslebehov vid strängkomposteringen motsvarar flisningsmomentet minus en omlastning med en hjullastare.

I diagram 8 gäller samma förutsättningar som i diagram 4. När transportavståndet överstiger 5 km blir totalkostnaden för transport från insamlingsplats till strängkompost och kompostering på strängkompost något högre när materialet transporteras obehandlat. Skillnaden blir större ju längre transportavståndet blir. I kurvan (b) som anger kostnad för sönderdelning vid insamlingsplats samt strängkompostering, är kostnaden för komposteringen reducerad med tanke på att materialet inte behöver sönderdelas ytterligare.

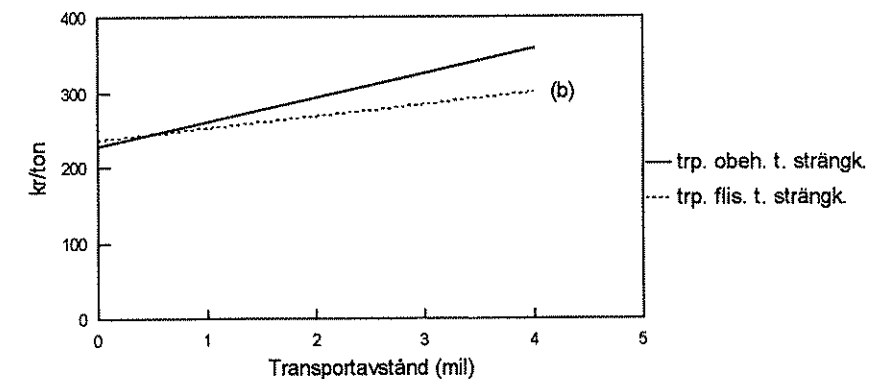


Diagram 8. Kostnad vid transport av park- och trädgårdsavfall. Transport av obehandlad vara och transport av flisad vara.

9 LOKAL STRÄNGKOMPOST JÄMFÖRT MED TRANSPORT TILL REGIONAL MADRASSKOMPOST UR MILJÖMÄSSIG OCH EKONOMISK SYNPUNKT

När lokal strängkompost jämförs med transport till regional madrasskompost, ur miljömässig och ekonomisk synpunkt, måste insatserna studeras både vid transport och vid kompostering. I denna studie är miljöbelastningen likställd med bränsleförbrukningen, eftersom de maskinella insatserna nästan uteslutande drivs av dieselmotorer utan avgasrening. Vidare anses det i detta arbete att miljöbelastningen från kompostprocesserna är jämförbara oberoende av komposteringsmetodik (madrasskompost, strängkompost eller hemkompost).

9.1 Energimässiga skillnader

I diagram 9 jämförs bränsleförbrukningen vid transport till den regionala madrasskomposten på Spillepeng med en lokal komposteringsmetod. Den lokala komposteringsanläggningen är då i storleksintervallet 500-1000 ton invägd mängd park- och trädgårdsavfall per år. I den regionala madrasskomposten krävs 0,96 liter bränsle per ton till insatserna vid komposteringen (se tabell 2). Utöver energiåtgången till maskinerna vid den regionala madrasskomposten (0,96 l/ton) krävs energi för transportfordonen som skall transportera materialet till den regionala madrasskomposten. Transportenergin ökar med ökat transportavstånd, varför kurvan som anger energiåtgång för transport och regional madrasskompostering lutar. Vid ett transportavstånd som understiger 8-9 kilometer är det bättre ur energisynpunkt att transportera park- och trädgårdsavfall till regional madrasskompost än att kompostera lokalt. Transporten sker då med containerlastbil och park- och trädgårdsavfallet är i obehandlat skick.

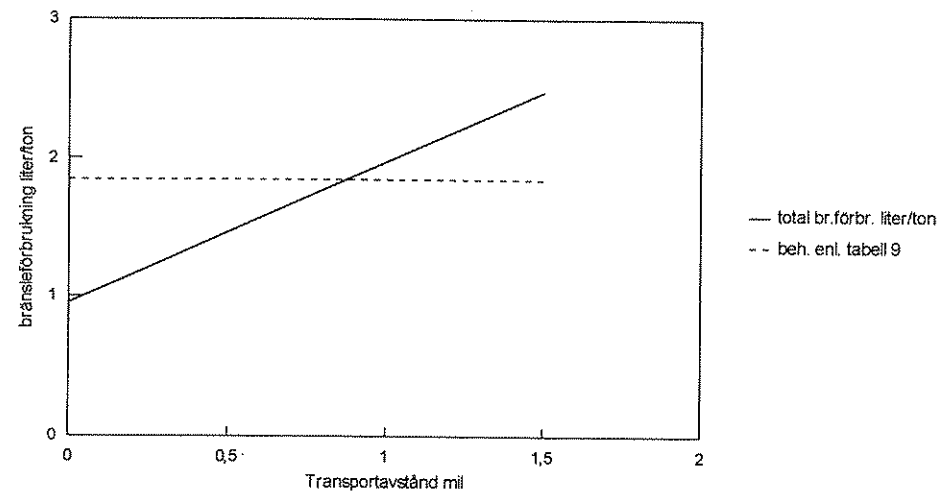


Diagram 9. Bränsleförbrukning vid olika transportavstånd och olika komposteringsmetodik

I diagram 9 är bränsleförbrukningen vid den regionala madrasskomposten 0,96 l/ton, varför kurvan som anger bränsleförbrukning vid transport till regional madrasskompost börjar på 0,96 l/ton vid transportavståndet noll km.

9.2 Kostnadsmässiga skillnader

Kostnaderna för de olika hanteringssätten kan jämföras på motsvarande sätt som ovan. I diagram 10 är dessa presenterade grafiskt.

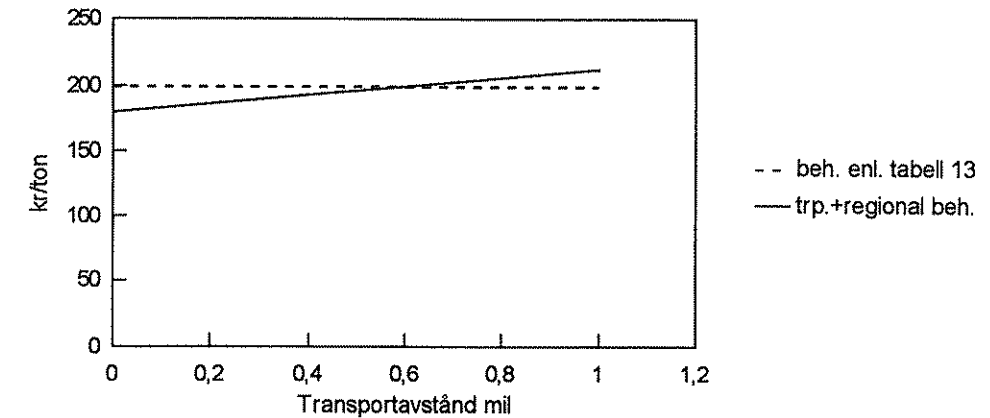


Diagram 10. Kostnader vid olika transportavstånd och olika komposteringsmetodik

I diagram 10 är behandlingsavgiften vid den regionala madrasskomposten angiven till 150 kr per ton och containerkostnaden är angiven till 30 kr per ton. Därför börjar kurvan som anger totalkostnad vid borttransport på 180 kronor per ton.

Ekonomiskt sett är det alltså inte motiverat att transportera bort park- och trädgårdsavfall några längre sträckor. Redan vid fem kilometer transportavstånd överstiger kostnaden för transport och behandling vid regional madrasskompostering, kostnaden vid lokal strängkompostering.

10 BESKRIVNING AV OLIKA KATEGORIER PRODUCENTER AV PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL

I Lunds kommun går det för närvarande att urskilja tre olika kategorier av producenter av park- och trädgårdsavfall. De tre olika kategorierna är:

- Kategori I: Hushållen
- Kategori II: Park- och naturkontoret och Kyrkogårdsförvaltningen
- Kategori III: Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting

10.1 Kategori I: Hushållen

Trädgårdsavfallet från hushåll, som uppgår till ca. 3 300 ton per år (exklusive koloniträdgårdar), lämnas till största delen in (2 481 ton) till någon av de fyra återvinningscentralerna som finns i kommunen. Transporten till återvinningscentralen sker med personbil och transporten från återvinningscentralen till Spillepeng sker med containerlastbil.

En hel del av trädgårdsavfallet komposteras hemma av hushållen själva. Den hemkomposterade mängden uppskattas till 540 ton. Denna uppgift grundar sig på uppskattningar utförda av SYSAV (1994), som visar att 15 % av trädgårdsavfallet från hushåll hemkomposteras. Ca. 300 ton av trädgårdsavfallet hämtas av kommunen hemma hos hushåll som abonnerar på

denna tjänst. Detta trädgårdsavfall transporteras till den regionala madrasskomposten på Spillepeng.

10.2 Kategori II: Park- och naturkontoret och Kyrkogårdsförvaltningen

Park- och trädgårdsavfall från Park- och naturförvaltningen och Kyrkogårdsförvaltningen komposteras i Lund. De producerar årligen 1 900 ton respektive 280 ton. Kyrkogårdsförvaltningen komposterar själva sitt avfall. Avfallet från Park- och naturkontoret komposteras delvis av Markentreprenad vid S:t Hans backar (1 400 ton per år) och delvis flisas på plats (500 ton per år). Transporten till komposteringsanläggningen sker i regel med lastbil eller med traktor och vagn.

10.3 Kategori III: Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting

Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting producerar årligen ca. 1 700 ton park- och trädgårdsavfall (inkl. koloniträdgårdar). Större delen av detta transporteras till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, dock ej trädgårdsavfall från koloniträdgårdar. En mindre mängd komposteras i egen regi av respektive företag och en mindre mängd flisas och återföres direkt till platser i närheten av "skördeplatsen". Transporten till Spillepeng sker i regel med en vanlig flaklastbil, vilket ger låg transporteffektivitet. Kolonierna komposterar själva sitt trädgårdsavfall fr.o.m. 1996. Komposteringen på kolonierna är jämförbar med hemkompostering, både ur energisynpunkt och kostnadsmässigt.

11 POTENTIELLA SCENARIER

De olika scenarierna som presenteras nedan sträcker sig i princip från att samla in allt park- och trädgårdsavfall för vidare transport till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, till att kompostera allt park- och trädgårdsavfall i närheten av "skördeplatsen".

11.1 Beräkningsgrunder för olika scenarier

För att kunna jämföra olika hanteringsalternativs påverkan på miljö och kostnader beräknas de olika alternativens totala energiförbrukning och kostnader. De olika alternativen utgörs av ett antal olika scenarier för de olika kategorierna av producenter. I detta arbete jämföras miljöbelastning med bränsleförbrukning. Detta för att i stort sett samtlig maskinell utrustning drivs med dieselmotorer och för att emissionerna från komposteringsprocessen antas vara lika stora oavsett vilken komposterings teknik som används. Vissa mindre kompostkvarnar drivs förvisso med elektricitet men omfattningen av dessa är begränsad till ett mindre antal hushåll och i detta arbete anses denna energikälla ur miljösynpunkt i det närmaste vara helt ren. Ett annat antagande som gäller är att allt park- och trädgårdsavfall som produceras skall komposteras, utom vissa fraktioner bestående av framför allt större-stubbar. Den sistnämnda kategorin avfall hanteras i denna studie som brännbart avfall och omfattningen är så liten att dess påverkan på resultatet är försumbar.

För varje scenario beräknas kostnad och bränsleförbrukning för samtliga led efter "skörd" i hanteringskedjan, d.v.s. flisning (i förekommande fall), transport (i förekommande fall), om-lastning (i förekommande fall) och kompostering.

11.2 Kategori I: Hushåll

Hushållens trädgårdsavfall i Lunds kommun utgör en stor del (42 %) av allt park- och trädgårdsavfall och kräver därför också stora resurser, både kostnadsmässigt och energimässigt. I kategori hushåll uppgår mängden trädgårdsavfall till 3 325 ton. De olika scenarierna rörande hushållen, inom ramen för detta arbete, sträcker sig från att allt trädgårdsavfall samlas in till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, via återvinningscentralerna, till att allt trädgårdsavfall hemkomposteras i trädgårdarna. I det första fallet transporteras trädgårdsavfallet till återvinningscentralerna med personbil. På återvinningscentralerna samlas trädgårdsavfallet i containers, som transporteras, tre och tre, till Spillepeng med en containerbil. I det andra fallet, då allt trädgårdsavfall hemkomposteras, flisas avfallet med en mobil flismaskin som drivs av en dieselmotor. All efterföljande hantering sker i detta fall med "handkraft", som i denna studie betraktas vara kostnadsfri och helt ren ur miljösynpunkt. I samtliga scenarier är den hantering som idag är frivillig, d.v.s. hemkompostering och abonnemang på kommunal insamling av trädgårdsavfall, minst lika stor som den är idag. Dessa hanteringsled anses inte ändras för att övrig hantering inom kommunen ändras. I scenariet där allt trädgårdsavfall hemkomposteras utgår dock abonnemang på kommunal insamling av trädgårdsavfall.

11.2.1 Dagens hantering

För att ha någonting att jämföra med presenteras här först dagens hantering som framgår av tabell 19.

Tabell 19. Hushållens hantering av trädgårdsavfall som den är i dagsläget

	Avfallsmängd (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning (liter)	Kostnad (kr)
TRP (personbil) till ÅVC	2 481	94 278	84 850	1 602 718
TRP (containers) till Spillepeng	2 481	1 007	7 650	272 910
LRV-abonnemang	304	1 140	7 775	212 562
Kompostering Spillepeng	2 785		2 667	417 750
Hemkompostering	540		1 620	319 737
<i>S:a trp.</i>	2 785	96 424	100 275	2 088 190
<i>S:a beh.</i>	3 325	0	4 287	737 487
Summa	3 325	96 424	104 562	2 825 677

I tabell 19 ingår inte kostnaden för själva driften av återvinningscentralen. Denna kostnad anses inte ändras nämnvärt vid ändrad hanteringsmetodik för hushållens trädgårdsavfall. Uppgifterna i tabell 19 kan göras överskådligare i ett diagram. I diagram 11 presenteras hushållens totala kostnader och totala bränsleförbrukning för hantering av trädgårdsavfall med dagens hanteringsmetodik, fördelat på transport och behandling.

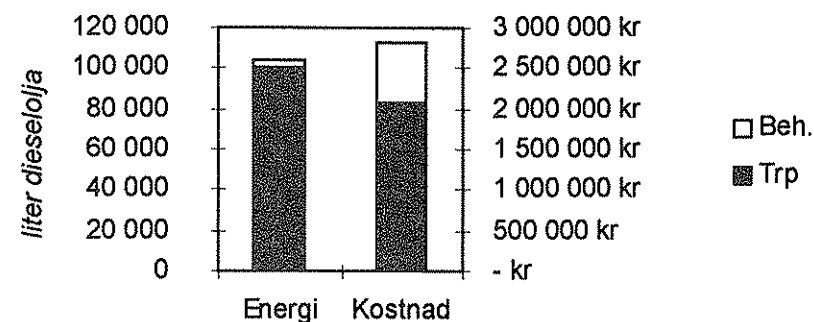


Diagram 11. Kostnader och energiförbrukning för hantering av hushållens trädgårdsavfall, fördelat på transport och behandling, med dagens hanteringsmetodik

Som framgår i tabell 19 och i diagram 11, medför dagens hanteringsmetodik omfattande transportarbete. Det är personbilstransporterna som är energikrävande och svarar för drygt 80 % av bränsleförbrukningen. Kostnadsmissigt svarar personbilstransporterna för 57 % av totalkostnaden.

11.2.2 Transport med lastbil till återvinningscentral istället för med personbil

Ett led i utvecklingen för att minska de energikrävande personbilstransporterna kan vara att låta kommunen hämta allt trädgårdsavfall separat hemma hos hushållen med komprimerande sopbil och låta denna tjänst ingå i det konventionella sophämningsabonnemanget. I diagram 12 är denna åtgärd införd och beräknad efter kostnad och bränsleförbrukning för LRV-abonnemang i tabell 19.

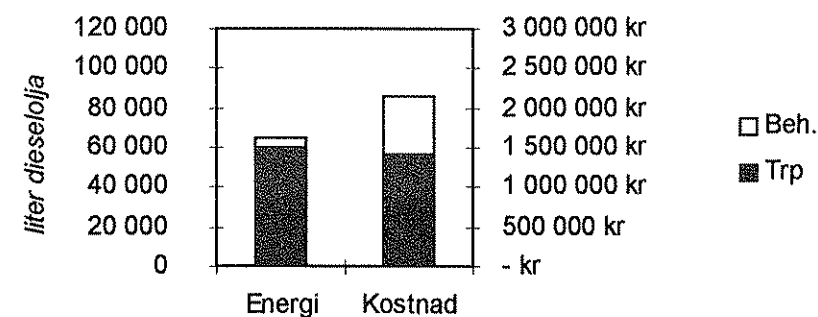


Diagram 12. Kostnader och energiförbrukning för hantering av hushållens trädgårdsavfall, fördelat på transport och behandling, med dagens hanteringsmetodik, med skillnaden att insamling sker med lastbil istället för med personbil.

I diagram 12 har den totala energiförbrukningen minskat med 38 % medan de totala kostnaderna minskat med 24 %. Det är transporten till återvinningscentralen som står för hela förändringen, eftersom övriga delar är identiska med föregående hanteringsmetodik. Körsträcken för insamlingen har minskat med mer än 90 %, men eftersom en lastbil har högre bränsleförbrukning än en personbil så stannar energiminskningen för transport på 40 %.

Att kostnaden inte minskar lika mycket som energiförbrukningen beror till stor del på att antalet avlönade arbetstimmar ökat och att det krävs investering i utrustning för att transportera med kommunala transportfordon, jämfört med att använda hushållens oavlönade arbete och befintliga personbilar med enbart rörliga kostnader. Kommunens kostnader för insamling av trädgårdsavfallet från hushåll till återvinningscentral, är beräknad genom att använda dagens abonnemangsavgifter som finns för denna tjänst, som en schablon. Troligtvis kan denna kostnad komma att sänkas något genom effektivisering tack vare de större volymerna som hanteras.

11.2.3 Lokal kompostering på återvinningscentraler

Nästa steg i utvecklingen för att minska transportbehovet ytterligare och för att minska kostnaderna är att kompostera trädgårdsavfallet lokalt på återvinningscentralen där det samlas in, eller på någon annan lokal plats där det är lämpligt att samla in och kompostera trädgårdsavfallet. Den lokala komposteringsmetodiken som används i dessa räkneexempel är den kombinerade sträng- och bäddkomposten som finns återgiven i tabell 9 och i tabell 13. Om komposteringen sker lokalt så uteblir transportbehovet från återvinningscentralen till den regionala komposteringsanläggningen. Insamlingen till återvinningscentralen sker fortfarande med lastbil i kommunal regi. I diagram 13 framgår energiförbrukning och kostnader för detta hanteringssystem.

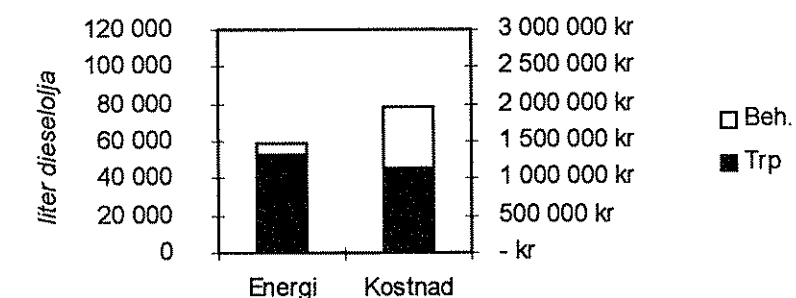


Diagram 13. Kostnader och energiförbrukning för hantering av hushållens trädgårdsavfall, fördelat på transport och behandling. Trädgårdsavfallet komposteras på återvinningscentralen och insamling sker med lastbil.

I diagram 13 har den totala energiförbrukningen minskat med 44 % medan de totala kostnaderna har minskat med 29 %, jämfört med dagens hanteringsmetodik (se diagram 11). I detta fall har energiförbrukningen för behandling ökat något på grund av den intensivare behandlingsmetodiken som krävs vid lokal strängkompostering, jämfört med regional madrasskompostering. Energiförbrukningen för transport har däremot minskat på grund av uteblivet transportbehov från återvinningscentral till regional komposteringsanläggning. Energiförbrukningen är 8 % lägre i detta fall jämfört med föregående exempel, i diagram 12.

Jämfört med föregående exempel har kostnaderna för transport minskat något (270 000 kr), eftersom omfattningen av dessa minskat. Kostnaderna för hantering har däremot ökat (140 000 kr) på grund av den intensivare hanteringsmetodiken vid de lokala strängkomposterna. Totalt sett är kostnaderna 6 % lägre med denna hanteringsmetodik, jämfört med metodiken i föregående exempel, i diagram 12.

11.2.4 Enbart hemkompostering

Den hanteringsmetodik som medför lägst kostnader och energiförbrukning är då allt trädgårdsavfall komposterar av hushållen själva. Den enda maskinella insats som krävs då är flisning med flismaskin. Resterande insatser som vändning och blandning kan, i de flesta fall, klaras av med "handarbete". Detta hanteringsalternativ är orealistiskt att genomföra fullt ut, men det är trots detta intressant att ha med som jämförelse. I tabell 20 framgår energiförbrukning och kostnader för detta exempel.

Tabell 20. Energiförbrukning och kostnader vid hemkompostering av allt trädgårdsavfall i Lunds kommun

	Avfallsmängd (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning (liter)	Kostnad (kr)
Hemkompostering	3325		9975	1968750

Kostnad och bränsleförbrukning i tabell 20 härrör från flisning med en liten dieseldriven flismaskin, som kommunen tillhandahåller genom uthyrning. Kapacitets- och bränsleförbrukningsuppgifter kommer från egna mätningar. I diagram 14 finns kostnad och bränsleförbrukning för hemkompostering presenterade grafiskt. Notera att kostnaderna är något lägre i de två senaste alternativen medan energiförbrukningen endast är $\frac{1}{6}$ (ca. 10 000 liter) jämfört med de två senaste alternativen (se diagram 12 och diagram 13).

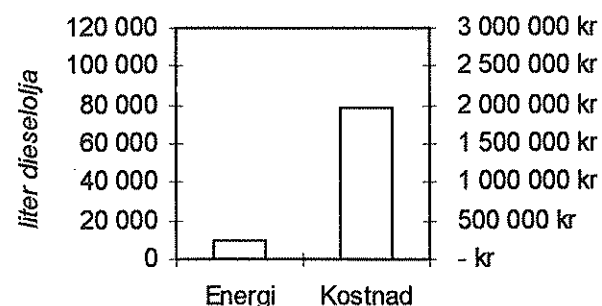


Diagram 14. Kostnader och energiförbrukning för hemkompostering av hushållens trädgårdsavfall.

11.3 Kategori II: Park- och naturkontoret och kyrkogårdsförvaltningen

I kategori Park- och naturkontoret och Kyrkogårdsförvaltningen uppgår den totala mängden park- och trädgårdsavfall till 2 180 ton. Ca. 1 900 ton kommer från Park- och naturförvaltningen och av denna mängd komposterar ca. 1 400 ton och ca. 500 ton flisas och återförs direkt. Resterande 280 ton kommer från Kyrkogårdsförvaltningen som komposterar sitt park- och trädgårdsavfall. I dag komposterar park- och trädgårdsavfallet från denna kategori på två olika platser i Lund. Komposteringen sker i form av lokal strängkompostering. Tänkbara förändringar i hanteringen är att transportera parkavfallet till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, flisa materialet vid skördeplatsen och återföra det direkt i olika stor skala. En annan tänkbar variant är att transportera materialet i flisat skick från "skördeplats" till den lokala strängkomposten.

11.3.1 Dagens hanteringsmetodik

Som jämförelsegrund används energiförbrukning och kostnader för dagens hanteringsmetodik, d.v.s. vid lokal strängkompostering. För att få denna systemstudie enhetlig och mer generell används dock uppgifterna som gäller för den kombinerade sträng- och bäddkomposteringen. I tabell 21 framgår data över energiförbrukning och kostnader vid kombinerad lokal sträng- och bäddkompostering tillämpad på denna kategoris parkavfallsmängder.

Tabell 21. Energiförbrukning och kostnader vid kombinerad lokal sträng- och bäddkompostering av Park- och naturförvaltningens samt Kyrkogårdsförvaltningens parkavfallsproduktion

	Avfallsmängd (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning (liter)	Kostnad (kr)
TRANSPORT				
Park- & naturkontoret	1 900	900	1 845	191 489
Kyrkogårdsförvaltningen	280	50	103	10 638
S:a trp.	1 680	950	1 948	202 128
BEHANDLING				
Kompostering St.Hans	1 680		3 109	334 350
Flisning på plats	500		630	47 669
S:a beh.	2 180		3 738	382 019
Summa	2 180	950	5 686	584 147

I diagram 15 presenteras de för dessa jämförelser mest intressanta uppgifterna mer överskådligt.

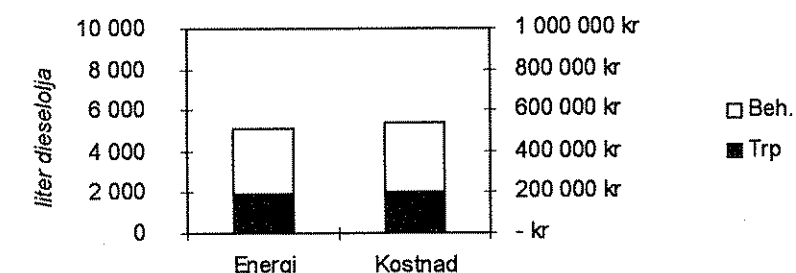


Diagram 15. Park- och naturkontorets och Kyrkogårdsförvaltningens energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, för hantering av parkavfall (2 180 ton/år) med dagens hanteringsmetodik.

För denna kategori är det med dagens hanteringsmetodik behandlingen som kräver mest resurser både beträffande kostnader och energiförbrukning. Detta beror på att transportavstånden överlag är korta. Fördelningen mellan transport och behandling är 35 % respektive 65 %.

11.3.2 Flisning före transport till lokal strängkompost

En metod att minska transportbehovet i dagens hanteringsmetodik är att flisa parkavfallet innan det transporteras bort. Flisningen sker förslagsvis med en större hammarkvarn. På så vis minskar volymen och det är då möjligt att lasta fyra gånger så mycket material på varje transportfordon. Parkavfallet skall vara flisat innan det komposterar så ur komposteringssynpunkt spelar det ingen roll om flisningen sker innan eller efter transporten. I diagram 16 framgår kostnader och energiförbrukning vid lokal strängkompostering när flisningen sker med en hammarkvarn före transporten.

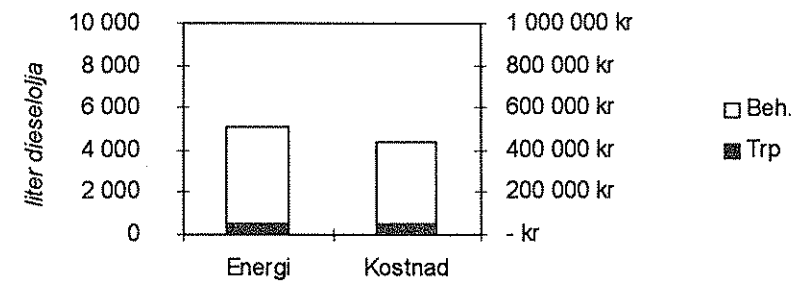


Diagram 16. Park- och naturkontorets och Kyrkogårdsförvaltningens energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, för lokal strängkompostering. Parkavfallet flisas med en hammarkvarn före borttransporten.

I hanteringen enligt diagram 16 har energibehovet till transportarbetet minskat med 75 % jämfört med när parkavfallet transporterades obehandlat. Samtidigt har energibehovet för behandling ökat med 23 % på grund av att det krävs mer omlastningar och förflyttningar av maskiner när parkavfallet skall flisas på flera olika platser. Totalt sett har kostnaderna minskat med 24 % och bränsleförbrukningen har minskat med 10 %, jämfört med dagens hanteringsmetodik.

11.3.3 Direkt återföring av flisat parkavfall

Nästa utvecklingssteg är att återföra det flisade parkavfallet direkt till rabatter, buskage etc. Om materialet redan är flisat i närheten av skördeplatsen blir transportarbetet minimalt om fliset kan återföras direkt utan att komposteras. Dessutom uteblir insatserna för kompostering. Det är orealistiskt att återföra allt parkavfall direkt, så någon form av komposteringsanläggning krävs fortfarande om deponering eller förbränning skall undvikas. I diagram 17 återspeglas hur energiförbrukning och kostnader förändras när olika stor andel flisat parkavfall återförs direkt. Den andel flisat parkavfall som inte återförs direkt komposteras "normalt" enligt diagram 16.

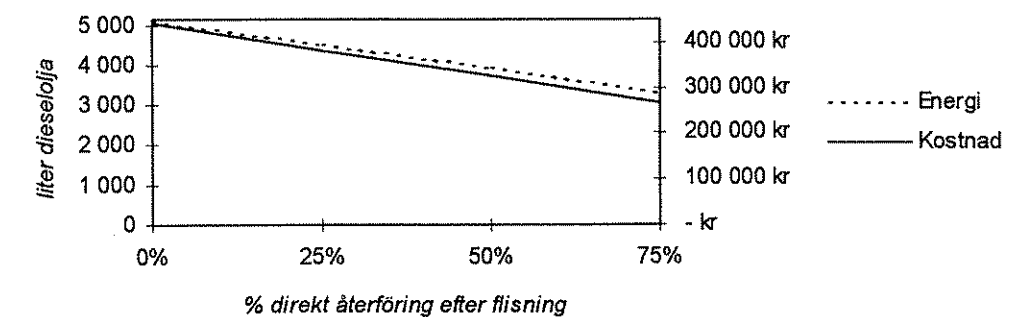


Diagram 17. Energiförbrukning och kostnad för flisning av parkavfall, direkt återföring av olika andelar av fliset och borttransport till lokal strängkompostering av resterande del av fliset. Mängden parkavfall motsvarar Park- och naturkontorets samt Kyrkogårdsförvaltningens mängder, d.v.s. 2 180 ton.

I diagram 17 framgår det att kostnaderna procentuellt minskar mer än energiförbrukningen vid ökad andel direkt återföring av flisat parkavfall. Det beror främst på att sönderdelningsmomentet utgör en större andel av den totala energiförbrukningen vid kompostering än dess andel av den totala kostnaden vid kompostering.

11.3.4 Transport till den regionala madrasskomposten på Spillepeng

Ett möjligt hanteringsalternativ för denna kategoris parkavfall är att transportera det till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Transportbehovet ökar då men behandlingsinsatsen minskar med den extensivare behandlingsintensiteten. I diagram 18 framgår resultatet av denna beräkning där park- och trädgårdsavfallet transporteras från Lund till Spillepeng i obehandlat skick.

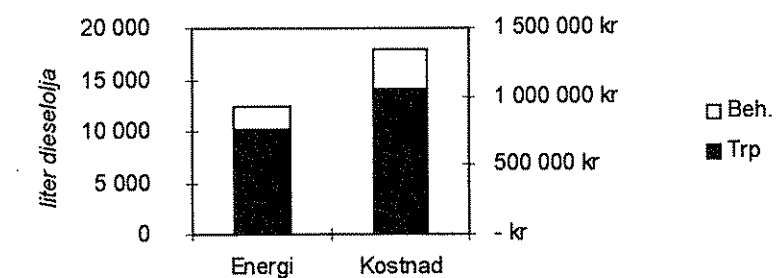


Diagram 18. Park- och naturkontorets och kyrkoförvaltningens energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, vid transport i obehandlat skick till den regionala madrasskomposten på Spillepeng

Som framgår av diagram 18 ökar totalt sett både energiförbrukning och kostnader när parkavfall transporteras längre sträckor än några få kilometer, trots möjligheten att då kompostera med extensivare behandlingsinsatser. Detta tyder på att den hanteringsmetodik som tillämpas av denna kategori idag är bra ur både miljö- och kostnadssynpunkt. När parkavfallet

komposteras lokalt går det att sänka kostnader och energiförbrukning ytterligare genom utökad direkt återföring på plats (se diagram 17).

11.4 Kategori III: Bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting

I kategori bostadsföretag och -förvaltningar samt landsting hanteras idag drygt 1700 ton park- och trädgårdsavfall. Det mesta av detta transporteras obehandlat med lastbil till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. En del komposteras av producenterna själva bland annat samtliga koloniträdgårdar. Det förekommer även flisning av parkavfall för direkt återföring till rabatter, buskage etc. En alternativ hanteringsmetodik för detta parkavfall är att kompostera det vid en lokal strängkompost på en återvinningscentral eller på S:t Hans. Ytterligare alternativ är att flisa parkavfallet före transport och att utöka direkt återföring av flis.

11.4.1 Dagens läge

I tabell 22 återges kategori III:s hanteringsmetodik som den är utförd idag.

Tabell 22. Kategori III:s energiförbrukning och kostnader för hantering av park- och trädgårdsavfall, med dagens hanteringsmetodik

	Avfallsmängd (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning (liter)	Kostnad (kr)
TRANSPORT				
LKF	800	2 350	4 818	500 000
Lunds sjukv. distrikt	321	294	602	62 500
Akademiska hus	150	264	542	56 250
HSB	70	206	422	43 750
KDN Veberöd	50	59	120	12 500
KDN N.F.	19	21	42	4 375
AF-bostäder	12	0		
Kolonier	280	0		
S:a trp.	1 067	3 193	6 546	679 375
BEHANDLING				
Flisning på plats	135		170	12 871
Kompostering på plats	500		925	99 509
Kompostering Spillepeng	1 067		1 022	160 050
S:a beh.	1 702		2 117	272 430
Summa	1 702	3 193	8 663	951 805

I diagram 19 presenteras de för dessa jämförelser mest intressanta uppgifterna mer överskådligt.

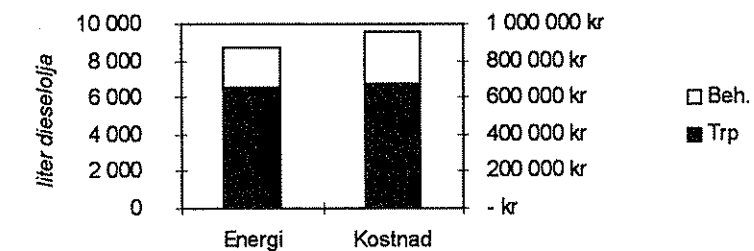


Diagram 19. Kategori III:s energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, för hantering av parkavfall (1 700 ton/år) med dagens hanteringsmetodik

För denna kategori är det med dagens hanteringsmetodik de långa transporterna till den regionala madrasskomposten på Spillepeng som kräver mest resurser. Fördelningen mellan transport och behandling är 75 % respektive 25 % av energiförbrukningen och 71 % respektive 29 % av kostnaderna.

11.4.2 Kompostering på en lokal strängkompost

För att kunna minska transportarbetet krävs kortare transportavstånd eller att park- och trädgårdsavfallet sönderdelas. Ett möjligt sätt att uppnå detta är genom att kompostera parkavfallet lokalt på en strängkomposteringsanläggning, t.ex. vid en återvinningsstation. Resursbehovet för behandling ökar då på grund av den intensivare behandlingen med strängkomposteringsmekniken. I diagram 20 framgår resultatet av denna beräkning.

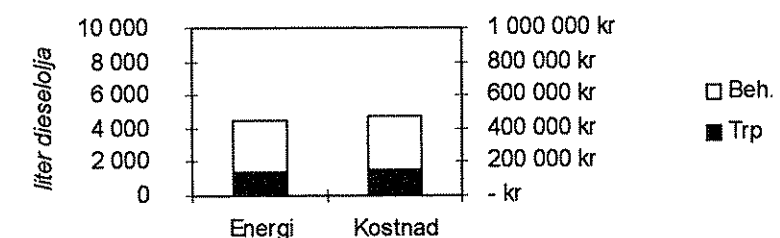


Diagram 20. Kategori III:s energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, för hantering av parkavfall med lokal strängkomposteringsmeknik.

I diagram 20 framgår det att i detta fallet är det behandlingen som kräver mest resurser både beträffande energiförbrukning och kostnader. Totalt sett minskar energiförbrukningen och kostnaderna med ca. 50 % jämfört med dagens hanteringsmetodik.

11.4.3 Flisning före transport till lokal strängkompost

För att ytterligare minska transportbehovet kan parkavfallet flisas före transport till kompostering. I detta fall minskar transportbehovet med 75 % jämfört med närmast föregående exempel. Totala behandlingsinsatsen ökar endast med en omlastning av det flis som skall transporteras till den lokala strängkomposten. Materialet skall ju ändå sönderdelas, antingen det sker före eller efter transport. I diagram 21 framgår resultatet av denna beräkning.

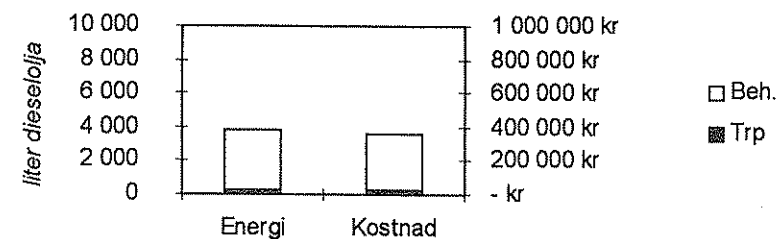


Diagram 21. Kategori III:s energiförbrukning och kostnader fördelat på behandling och transport, för hantering av parkavfall med lokal strängkomposteringsteknik. Parkavfallet är flisat före transporten.

Här har energibehovet minskat med ytterligare drygt 11 %, så med detta hanteringssystem för kategori III:s parkavfall krävs endast ca. 45 % jämfört med dagens energibehov. Kostnaderna i diagram 21 uppgår till 38 % av kostnaderna i diagram 19.

11.4.4 Direkt återföring av flisat parkavfall

Stora mängder parkavfall är troligtvis direkt återförbart till rabatter och buskage, sedan det är flisat. På så vis minimeras transportarbetet och insatserna för kompostering uteblir. I diagram 22 framgår beräknade energiinsatser och kostnader för hantering av kategori III:s parkavfall, vid olika andelar direkt återförd flisad vara. Resterande andel komposteras på en lokal strängkomposteringsanläggning, dit det transporteras i flisat skick.

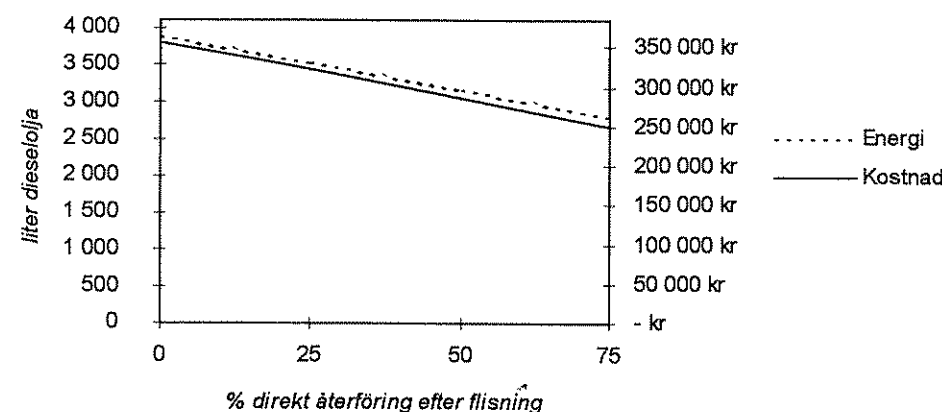


Diagram 22. Energiåtgång och kostnader för hantering av kategori III:s parkavfall vid olika andelar direkt återförd flis.

Både kostnader och energiförbrukning minskar vid utökad andel direkt återförd mängd parkavfall. Minskningen beror på att den komposterade mängden minskar. Kostnaderna minskar relativt mer än energiförbrukningen. Anledningen till detta är att sönderdelningsmomentet har större andel av energiförbrukningen än dess andel av kostnaderna vid konventionell strängkompostering. Allt material flisas innan det transporteras till kompostering eller innan det återförs. Vid utökad direkt återföring minskar mängden som komposteras, vilket leder till minskad energiförbrukning och minskade kostnader.

I diagram 22 framgår kategori III:s totala energiförbrukning och totalkostnad för hantering av park- och trädgårdsavfall vid olika andel direkt återförd mängd. I detta fall när allt park- och trädgårdsavfall flisas på plats, blir komposteringen något modifierad. Eftersom avfallet redan är flisat när det kommer till komposteringsanläggningen, kan det omgående tippas i en sträng. Flisningsmomentet uteblir alltså på komposteringsanläggningen.

För denna kategori ligger den stora besparingspotentialen i att kompostera parkavfallet lokalt i Lund istället för att transportera bort det till den regionala madrasskomposten.

12 ENERGIFÖRBRUKNING OCH KOSTNADER FÖR HANTERING AV KOMMUNENS PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL VID NÅGRA OLIKA TOTALLÖSNINGAR

Här följer några olika exempel på helhetslösningar (scenarier) för hantering av de tre kategoriernas park- och trädgårdsavfall. Energiförbrukning och kostnader fördelat på respektive kategoris transportbehov och behandlingsinsats jämförs. De olika scenarierna sträcker sig från att samla in allt park- och trädgårdsavfall från kommunen till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, till att återföra så mycket som möjligt direkt på "skördeplatsen". De fraktioner som idag hanteras relativt "extensivt", d.v.s. det som idag hemkomposteras, flisas på plats och komposteras på plats, ändras inte i scenariet där park- och trädgårdsavfallet transporteras till regional behandling. Hanteringen av dessa fraktioner bibehålls som de hanteras idag.

12.1 Transport av allt park- och trädgårdsavfall till regional behandling

I detta scenario samlas allt park- och trädgårdsavfall in utom de mängder som idag hanteras extensivt. Det transporteras i obehandlat skick in till den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Transporten sker med containers från återvinningscentralerna och med flaklastbilar från övriga leverantörer. Transporten från hushåll till återvinningscentral sker med personbil.

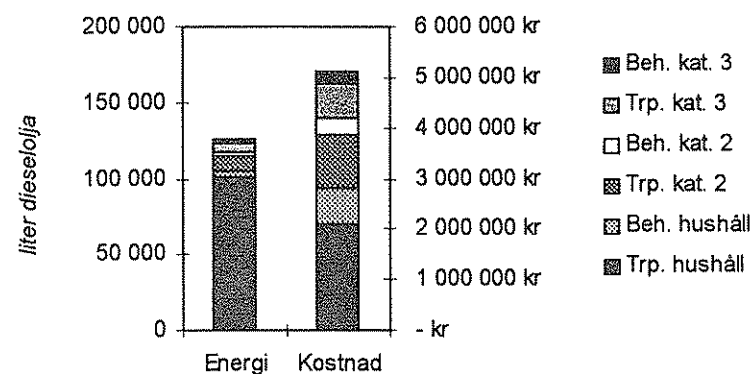


Diagram 23. Totala energiförbrukning och totalkostnad, fördelat på transport och behandling hos olika kategorier, för hantering av park- och trädgårdsavfall då detta transporteras i obehandlat skick in till den regionala madrasskomposten på Spillepeng.

I diagram 23 framgår total energiförbrukning och totalkostnad för hantering av park- och trädgårdsavfall i Lunds kommun. Fördelningen mellan transport och behandling för de olika kategorierna framgår också. Med denna transportintensiva hanteringsmetodik märks att det krävs stora energiresurser för transport av hushållens trädgårdsavfall i förhållande till hanteringskostnaderna. Energiförbrukningen för transport av hushållens trädgårdsavfall utgör ca. 80 % av den totala energiförbrukningen för hantering av park- och trädgårdsavfall i Lunds kommun. Kostnaden för transport av hushållens trädgårdsavfall motsvarar däremot endast 40 % av totalkostnaden för hantering av kommunens park- och trädgårdsavfall. Trädgårdsavfall från hushåll utgör 42 % av kommunens totala mängd park- och trädgårdsavfall. Energiförbrukning och kostnader för behandling av park- och trädgårdsavfall är likvärdiga för de tre olika kategorierna.

Anledningen till det omfattande transportarbetet för hushållen beror på att varje fordon som lämnar trädgårdsavfall på återvinningscentral i genomsnitt endast har 32 kg per besök. Att transportkostnaden för samma kategori trots detta är låg i förhållande till mängden trädgårdsavfall, beror på att transportarbetet utförs av oavlönad arbetskraft och att transportfordonen endast belastas med en rörlig kostnad som uppgår till 17 kr/mil (pers. medd. Eklund, 1996).

Transportkostnad och energiförbrukning för transporten är för de övriga två kategorierna likvärdiga beroende på att transporten sker på likartat sätt. Parkavfallet lastas obehandlat på en flaklastbil som transporterar in det till den regionala madrasskomposten på Spillepeng.

Beträffande behandlingen så är denna helt likvärdig för de tre kategorierna av producenter. Behandlingen sker genom att park- och trädgårdsavfallet till största delen komposteras vid den regionala madrasskomposten på Spillepeng. Av de mindre mängder som inte komposteras regionalt komposteras en del på plats och en del flisas på plats.

12.2 Transport av allt park- och trädgårdsavfall till lokal behandling

Som tidigare visats minskar transportarbetet, och därmed även energiförbrukningen och kostnaderna, när park- och trädgårdsavfall komposteras lokalt inom kommunen istället för

regionalt inom regionen. Dessutom är det möjligt att energimässigt effektivisera insamlingen av hushållens trädgårdsavfall genom att låta kommunen hämta detta med komprimatorbilar istället för att varje hushåll själva lämnar sitt trädgårdsavfall på återvinningscentralen. Med denna sistnämnda åtgärd nästan halveras energiförbrukningen för insamling av hushållens trädgårdsavfall.

I detta scenario samlas allt park- och trädgårdsavfall in i obehandlat skick. Insamlingen sker på närmsta återvinningscentral och på S:t Hans. Hushållens trädgårdsavfall samlas in av kommunen med komprimerande sopbil och övrigt park- och trädgårdsavfall samlas in med flaklastbil eller med traktor och vagn. De mängder som idag redan hanteras extensivt ändras inte i denna beräkning.

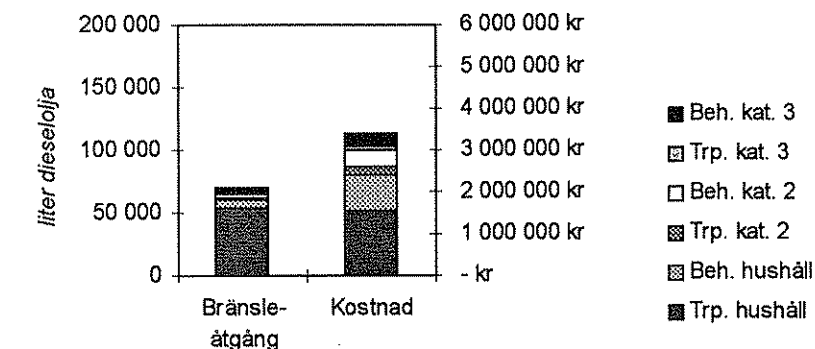


Diagram 24. Total energiförbrukning och totalkostnad, fördelat på transport och behandling hos olika kategorier, för hantering av park- och trädgårdsavfall då detta transporteras i obehandlat skick till lokal strängkompostering inom kommunen.

I diagram 24 framgår totala energiförbrukningen och totalkostnad för hantering av park- och trädgårdsavfall, enligt detta scenario. Strängkomposteringstekniken är i denna beräkning den kombinerade sträng- och bäddkomposteringen. I detta scenario är totalkostnaden 33 % lägre än totalkostnaden i scenariot där allt park- och trädgårdsavfall transporteras till den regionala madrasskomposten. Kostnadsfördelningen mellan de olika kategorierna har också ändrats. Kostnadsandelen för transport av hushållens trädgårdsavfall har ökat jämfört med övriga två kategoriernas transportkostnader. Detta beror på att transportsystemet för hushållens trädgårdsavfall blivit dyrare och att övriga kategoriernas transportsträckor förkortats.

I detta scenario har kostnad och energiförbrukning höjts för själva behandlingen (komposteringen). Det beror på den högre intensiteten vid behandlingen som råder vid strängkompostering, jämfört med den mer extensivare madrasskomposteringen. Totalt sett har energiförbrukningen minskat med 45 % vid lokal kompostering jämfört med regional madrasskompostering, medan totalkostnaden minskat med 33 %.

12.3 Flisning av allt park- och trädgårdsavfall före transport till lokal behandling samt hemkompostering av hushållens trädgårdsavfall

När park- och trädgårdsavfallet flisas före borttransport minskar både kostnader och energiförbrukning ytterligare. Om hushållens trädgårdsavfall hemkomposteras krävs endast 1/6 av energiförbrukningen som krävs för detta avfall med dagens hanteringsmetodik. Flisningen av

park- och trädgårdsavfallet kan ske med en hammarkvarn i närheten av det där det uppstår. Därefter kan fliset lastas på en flaklastbil och transporterats iväg till en lokal strängkomposteringsanläggning, där det kan tippas direkt i en sträng. I diagram 25 framgår energiförbrukning och kostnader för detta scenario.

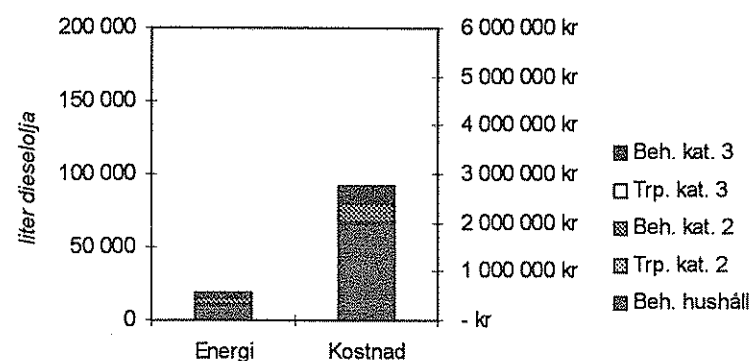


Diagram 25. Total energiförbrukning och totalkostnad, fördelat på transport och behandling hos olika kategorier, för hantering av park- och trädgårdsavfall då detta transporteras i flisat skick till lokal strängkompostering inom kommunen. Trädgårdsavfall från hushåll hemkomposteras.

I diagram 25 framgår kommunens totala energiförbrukning och totalkostnad för hantering av park- och trädgårdsavfall i Lund enligt detta scenario. I detta fall när allt park- och trädgårdsavfall flisas på plats, blir komposteringen något modifierad. Eftersom avfallet redan är flisat när det kommer till komposteringsanläggningen, kan det omgående tippas i en sträng. Flisningsmomentet uteblir alltså på komposteringsanläggningen.

I diagram 25 framgår det att både energiförbrukning och kostnad minskat. Minskningen jämfört med närmast föregående exempel uppgår beträffande energiförbrukningen till 73 %, och beträffande kostnaderna till 20 %. Det är framförallt hushållens hemkompostering som påverkar förändringen jämfört med föregående exempel.

I detta scenariot är det flisning m.h.a. entreprenör av hushållens trädgårdsavfall som svarar för den ojämförligt största delen av totalkostnaden (71 %), men även dess andel av den totala energiförbrukning är betydande (53 %). Både kostnad och energiförbrukning för hantering av hushållens trädgårdsavfall har minskat jämfört med scenariot där hushållens trädgårdsavfall samlades in med kommunala komprimerande sopbilar. Detta trots att både energiförbrukning och kostnad för behandling av hushållens trädgårdsavfall utgör en större andel av den totala energiförbrukningen och av totalkostnaden i detta scenario.

12.4 Hemkompostering av hushållens trädgårdsavfall samt direkt återföring av 50 % av parkavfallet

I detta scenario flisas allt park- och trädgårdsavfall på plats. 50 % av det flisade parkavfallet från kategori II och kategori III återförs direkt till rabatter, buskage etc. Resterande 50 % av

fliset transporteras till en lokal strängkomposteringsanläggning. Allt trädgårdsavfall från hushåll hemkomposteras och transporterats överhuvudtaget inte.

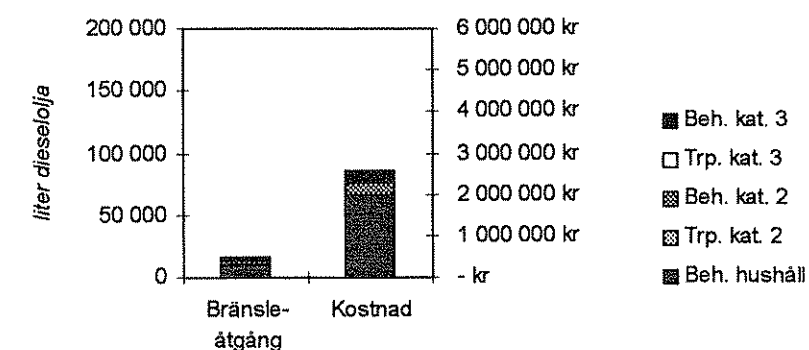


Diagram 26. Kommunens totala energiförbrukning och totalkostnad, fördelat på transport och behandling hos olika kategorier, för hantering av park- och trädgårdsavfall. Hushållens trädgårdsavfall hemkomposteras, 50 % av parkavfallet flisas på plats och resterande 50 % komposteras lokalt.

I diagram 26 har, totalt sett, kostnaden för hantering av park- och trädgårdsavfall inom Lunds kommun minskat till 50 % jämfört med totalkostnaden då detta avfall transporteras till regional madrasskompostering. Motsvarande jämförelse för energiförbrukningen visar att med denna hanteringsmetodik minskar bränsleförbrukningen till 13 % av bränsleförbrukningen vid regional madrasskompostering.

Den största minskningen ligger i att den omfattande transporten för hushållens trädgårdsavfall uteblir när allt hemkomposteras. Även för parkavfallet från kategori II och från kategori III minskar transportbehovet, av två anledningar. Den ena är att hälften av parkavfallet återförs direkt och den andra är att varje transportfordon lastar upp till fyra gånger så mycket flisat parkavfall än obehandlat parkavfall.

Minskningen i behandlingsintensitet beror på att mängden park- och trädgårdsavfall som komposteras i offentlig regi har minskat. Inget trädgårdsavfall från hushåll komposteras i offentlig regi och hälften av övrigt parkavfall återförs direkt. När trädgårdsavfall komposteras av hushållen själva är arbetsinsatsen utöver flisningen beräknad som "handarbete". "Handarbetet" klassas här som helt rent ur miljösynpunkt, kostnadsfritt och det har inget fossilt energibehov.

13 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

De kvantiteter park- och trädgårdsavfall inom Lunds kommun som uppges i detta arbete kommer att variera från år till år beroende på tillväxt och beskärningsintensitet. Det kan även finnas aktörer som hanterar park- och trädgårdsavfall inom Lunds kommun vilka inte kommit med i denna studie. Precisionen i uppgifterna som anger vilka mängder park- och trädgårdsavfall som hanteras har emellertid liten betydelse för resultatet av denna studie. I de olika kalkylerade scenarierna är nämligen de hanterade mängderna konstanta, vilket medför att eventuella fel beträffande mängder ger samma utslag i de olika scenarierna.

En annan felkälla i arbetet som diskuterats är mängden obehandlat park- och trädgårdsavfall som kan lastas i en container. Här är beräkningarna baserade på att en container med lastvolymen 36 m³ lastar 5 ton, enligt Fredriksson (pers. medd. 1995). Enligt Svensson (pers. medd. 1996) är denna mängd något i överkant. Om så är fallet innebär detta att transporterna blir dyrare och mer energikrävande än vad som visats här. Det innebär i sin tur att lokal hantering blir än mer positiv ur miljö- och kostnadssynpunkt, jämfört med regional behandling.

I denna studie har inte återföringen av den färdiga kompostjorden tagits med. Om kompostjorden skall återföras till den plats där avfallet uppstått, blir återtransporterna längst när materialet skall transporteras från en regional komposteringsanläggning. Längre transporter medför högre kostnader och högre energiförbrukning. Detta betyder att lokal kompostering och lokal avyttring är att föredra ur miljö- och kostnadssynpunkt.

Eventuella kostnader för avyttring av den färdiga kompostjorden finns ej heller med. I kostnaden för behandling på den regionala madrasskomposten finns förvisso denna kostnad med, men på lite längre sikt bör det inte finnas någon kostnad för avyttring av kompostjord. Denna produkt får troligtvis ett egenvärde och säljer sig själv. På återvinningscentralen i Veberöd erbjuds besökarna att ta med sig grövre grenar och stockar hem till förbränning för uppvärmning av bostäder. På dessa vedfraktioner är efterfrågan större än tillgången. Samma metodik skulle kunna tillämpas med kompostjorden.

En viktig slutsats av detta arbete är att transport av park- och trädgårdsavfall är både energi- och kostnadskrävande. En starkt bidragande faktor till detta är att detta avfall har låg volymvikt och är skrymmande. Ett sätt att öka transporteffektiviteten är att sönderdela materialet före transporten. På så vis är det möjligt att öka lastvikterna flera gånger om. Sönderdelningsmomentet innebär i sig inga nämnvärda öknings i kostnader och energiförbrukning, eftersom detta moment utförs i alla fall vid komposteringen. Vid ett transportavstånd på 2,5-3 mil blir den totala energi- förbrukningen och den totala kostnaden lägre om park- och trädgårdsavfallet sönderdelas före transport till en stor madrasskompost.

När mängden park- och trädgårdsavfall uppgår till mer än 5 000 ton, inom ett område med en radie på mindre än 5-6 km, bör madrasskomposteringstekniken användas centralt i detta område. Vid så stora mängder inom ett så litet område blir den totala kostnaden och den totala energiförbrukningen lägre med den extensivare madrasskomposteringstekniken, jämfört med flera mindre strängkomposter. Detta trots att en central komposteringsanläggning kräver mer transporter än flera mindre lokala komposter.

I de fall strängkompostering tillämpas på en regional komposteringsanläggning (denna metod är den vanligaste metoden i Sverige) kan långa transportsträckor för park- och trädgårdsavfall inte försvaras ur energi- och kostnadssynpunkt. Det är inte stor skillnad i kostnad och energiförbrukning vid strängkompostering i stor skala jämfört med i liten skala. Redan vid några km transportavstånd bedöms kostnad och energiåtgång bli större vid transport till regional strängkompost än vid kompostering på en lokal strängkompost.

Om park- och trädgårdsavfallet sönderdelas på platsen där det uppstår eller på en återvinningscentral, ligger det nära till hands att kompostera på plats. I denna studie har det visat sig att lokal strängkompostering är något dyrare, och kräver något mer energiinsatser än regional madrasskompostering. Ökningen är dock inte högre än att lokal strängkompostering är både

billigare och energisnålare än transport till och kompostering på en madrasskompost, när transportavståndet överstiger 5-6 km till madrasskomposten.

Erfarenheter visar att en hög offentlig servicenivå på omhändertagande av park- och trädgårdsavfall genererar större mängder avfall än en låg servicenivå. Ökade mängder ger ökade kostnader och ökad energiförbrukning. Ökad insamling av park- och trädgårdsavfall försvårar också återförandet av restprodukten till den plats där avfallet uppstått. Ett nämnvärt styrmedel som främjar det naturliga kretsloppet och som minskar resursförbrukningen för hantering av park- och trädgårdsavfall är att medvetet sänka den offentliga servicenivån för denna tjänst. Alternativt kan införande av en avgift vid leverans till återvinningscentral för denna offentliga tjänst ge samma effekt.

Om park- och trädgårdsavfallet sönderdelas och komposteras på plats där det uppstår, t.ex. i parker och hemträdgårdar, uteblir transportbehovet i det närmaste helt. Energi- och kostnadsinsatserna kan i vissa fall också reduceras med den enklare behandlingstekniken som kan tillämpas vid mindre komposter, t.ex. hemkomposter. Maskinellt arbete som t.ex. vändning av komposten kan ersättas med "handkraft".

På kolonierna i Lund har övergång skett från att tidigare ha transporterat bort allt trädgårdsavfall till den regionala madrasskomposten på Spillepeng, till att kompostera allt trädgårdsavfall på plats i en för varje koloni gemensam kompostanläggning. Denna förändring beräknas sänka både kostnader och energiförbrukning för hantering av koloniernas trädgårdsavfall. Sänkningen i energiförbrukning och kostnader uppgår till 40 % respektive 30 %. Denna metodik som används vid kolonierna skulle troligen kunna användas på många andra platser, t.ex. vid bostadsområden.

I de olika scenarierna som här kalkylerats, visar det sig att stora energiinsatser och stora kostnader kan sparas genom att kompostera mer lokalt jämfört med dagens hanteringsmetodik där stora mängder transporteras obehandlat åtskilliga mil. Om allt park- och trädgårdsavfall från Lunds kommun skulle komposteras regionalt på madrasskomposten på Spillepeng i Malmö, skulle kostnaderna för detta uppgå till drygt 5,1 miljoner kr per år och bränsleförbrukningen för denna hantering skulle uppgå till ca. 125 m³ bränsle/år.

Om allt park- och trädgårdsavfall komposteras lokalt i Lunds kommun och om allt parkavfall sönderdelas före transport samt om allt trädgårdsavfall från hushåll sönderdelas av en entreprenör och därefter hemkomposteras, skulle totala kostnaden för denna hantering reduceras till knappt 3 miljoner kr per år och bränsleförbrukningen skulle reduceras med 80% till knappt 20 m³ bränsle per år.

Minskningen i bränsleförbrukning ligger främst i de uteblivna personbilstransporterna till återvinningscentralerna med trädgårdsavfall från hushåll. En annan stor besparingsåtgärd ligger i att inte transportera bort park- och trädgårdsavfallet utanför kommunen utan i stället utföra hanteringen lokalt inom kommunen. Anledningen till att kostnaderna inte minskar i samma omfattning som bränsleförbrukningen är att behandlingen (sönderdelningen) av hushållens trädgårdsavfall är mindre rationellt och mer kostnadskrävande än vid stora komposteringsanläggningar.

Av den bränslemängd som förbrukas i dagens hanteringssystem, knappt 120 m³/år, utgör ca. 85 m³ bensen. I de scenarier där trädgårdsavfall från hushåll samlas in med komprimerande sopbilar är denna bensinmängd ersatt med ca. 53 m³ diesel. Eftersom växthuseffekten per liter

bensin och diesel ungefär är jämförbar, anses miljöpåverkan minska i samma omfattning som bränsle- förbrukningen minskar.

I denna studie har det förutsatts att allt park- och trädgårdsavfall från kommunen skall behandlas med kompostering. Alternativt kan materialet sönderdelas på plats och återföras direkt på plats. I det senare fallet sker ingen kompostering utan en mer naturlig förmultningsprocess. Vid denna process blir det naturliga kretsloppet mer uttalat och resursbehovet är minimerat. Kompostering är en process där organiskt material bryts ned under förhöjd temperatur. Det är en forcerad nedbrytningsprocess och den avger en del emissioner, främst ammoniak, om kolkväveförhållandet är för lågt (< 25-35).

Kompostering är i sig inget självändamål, men det är en lämplig metod att närma sig det naturliga kretsloppet med. Andra kretsloppsanpassade metoder som kan tillämpas för behandling av park- och trädgårdsavfall är förbränning av vedartat material samt rötning av kväverikt fuktigt material, där askan respektive rötresten återförs till lämpliga marker.

För att utreda miljöeffekter och kostnader för olika nedbrytningsprocesser för park- och trädgårdsavfall som kompostering, förbränning, förmultning och rötning, krävs ytterligare forskning. För att kunna jämföra miljökonsekvenser av olika komposteringsprocesser som madrasskompostering, strängkompostering och hemkompostering, vilka här förutsatts vara likvärdiga, krävs mätningar av emissioner från de olika processerna.

Denna studie är tillämpad på Lunds kommun. Om modellen eller delar av modellen skall användas för att göra beräkningar på miljöeffekter och kostnader är det viktigt att justera indata efter de aktuella betingelserna.

14 LITTERATURREFERENSER

- Bengtsson L. & Fergedal S. 1991. Kompostering av parkavfall-Studie i Uppsala kommun. Jordbrukstekniska institutet, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik. JTI-rapport 131.
- Eriksson Elin, Svensson Göran, Lövgren Göran, Blinge Magnus, Svingby Mikael, Ölund Gunnilla, 1995, Transporters miljöpåverkan i ett livscykelerspektiv. Chalmers Industriteknik, Göteborg. Reforsk-projekt FoU 126.
- Fergedahl, Susanne. SLU, Hedlund, Henrik. LTH, Svensson, Sven-Erik. Enpace AB, Lund. 1993. Inventering av enkla anläggningar för kompostering av källsorterad fraktion. Stiftelsen REFORSK. FoU nr 83.
- Hallefält, Fredrik. 1992. Lokalt kretslopp för park- och trädgårdsavfall. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik. Inst. medd. 92:11.
- Marknadsundersökning, 1994. Återvinningscentraler SYSAV-regionen. Kjell Nilsson IDEON Lund, Ylva Svensson SYSAV-MARKNAD.
- Nybrant Thomas, Jönsson Håkan och Sonesson Ulf, SLU, Frostell Björn och Sundqvist Jan-Olov, IVL, Minigarini Karin, KTH, Thyselius Lennart och Dalemo Magnus, JTI, 1995. ORWARE ett verktyg för att jämföra hanteringssystem för organiskt avfall. Avfallsforskningsrådet. AFR-rapport 75.
- Oostra, Huibert. 1995. System analysis of different waste handling systems for rural and sparsely populated areas. Jordbrukstekniska institutet. AFR-Projekt Dnr 556/92 Doss 240.
- Statistik, 1994. SYSAV statistik 1994.
- SYSAV, 1990. Regional kretsloppsplan. SYSAV AB, Malmö. 1990.

15 PERSONLIGA MEDDELANDEN

- Andersson, Christer. 1995. Malmö Grusterminal, Malmö
- Bengtsson, Jan-Åke. 1996. Markentreprenad, Lund
- Bergström, Christina. 1995. Lunds Renhållningsverk, Lund
- Borgström, Lars. 1995. Kykoförvaltningen, Lund
- Brobeck, Lars. 1995. Park- och naturkontoret, Lund
- Clemensson, Gösta. 1995. Teknikfunktion AB, Malmö

- Edvardsson, Per. 1995. Lunds sjukvårdsdistrikt, Lund
- Eklund, Terje. 1996. Motormännens riksförbund
- Flood, Sven. 1995. Akademiska hus, Lund
- Fredriksson, Paul. 1994. SYSAV, Malmö
- Hylkén, Bengt. 1995. Markentreprenad, Lund
- Ivansson, Lars. 1995. Palmagården, Löberöd
- Jönsson, Håkan. 1995. SLU, Uppsala
- Jönsson, Kent. 1995. KDN Norra Fäladen, Lund
- Karlsson, Leif. 1995. AF-bostäder, Lund
- Mårtensson, Oscar. 1995. KDN Veberöd, Lund
- Nidemar, Mats. 1995. Lunds kommuns fastighets AB (LKF), Lund
- Olofsson, Mats. 1995. OP-maskiner, Kristianstad
- Sonesson, Ulf. 1995. SLU, Uppsala
- Sundström, Birgitta. 1995. SYSAV, Malmö
- Svensson, Lars-Åke. 1996. Lunds Renhållningsverk, Lund
- Svensson, Thomas. 1995. HSB, Lund
- Vollbrecht, Klaus. 1995. SLU, Alnarp
- Ånger, Torbjörn. 1996. VAFAB, Västerås

16 BILAGA 1 - EXEMPEL PÅ KALKYLARK FRÅN FLÖDESSCHEMAT I DATORMODELLEN

Kalkylark - Maskindata

Doppstadt - hammarkvarn (ÅVC i Veberöd)	
Färdigflisad volym	450 m ³
Obearbetad volym	2688 m ³
Massa	270 ton
Tid	14 h
Bränsleåtgång flismaskin	200 liter
Bränsleåtgång lastare	140 liter
Bränsleåtgång totalt	340 liter
Bränsleförbrukning	0,76 l/m ³
Bränsleförbrukning	1,26 l/ton
Kapacitet	19,29 ton/h
Kapacitet	32,14 m ³ /h
Kostnad	20 250 kr

Kalkylark - Behandlingsdata

Kombinerad sträng- och bäddkompostering, sönderdelning med hammarkvarn, 4 vändningar med strängvändare samt sammanfösning och en vändning av bädd med hjullastare
Behandlad mängd 500 per/år

Maskin	Behandling	Bränsleåtgång (l)	Tid (h)	Bränsle-	
				förbrukning (l/h)	förbrukning (l/ton)
Doppstadt	Flisning 1 g.	370	26	14	0,74
Hjullastare	Flisning 1 g.	259	26	10	0,52
Vändare	Luftning 4 g.	40	7	5	0,08
Hjullastare	Sammanfösning	10	2	10	0,02
Hjullastare	Vändning 1g.	161	16	10	0,32
Doppstadt	Siktning 1 g.	24	6	4	0,05
Hjullastare	Siktning 1 g.	61	0	10	0,12
Summa		925	83		1,85

Kalkylark - Producentdata

Hushåll

Dagens hanteringssystem, d.v.s. trp. med personbil till ÅVC,
trp. till Spillepeng och kompostering i madrass

	Avfallsmängd (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning (liter)	Kostnad (kr)
TRP (personbil) till ÅVC	2481	94278	84850	1602718
TRP (containers) till Spillepeng	2481	1007	7650	272910
LRV-abonnemang	304	1140	7775	212562
Kompostering Spillepeng	2785		2667	417750
Hemkompostering (flisning)	540		1620	319737
S:a trp.	2785	96424	100275	2088190
S:a beh.	3325		4287	737487
Summa	3325	96424	104562	2825677

Kalkylark - Scenario

1. Trp. t. Sp.peng

Kategori	Bränsle-åtgång	Kostnad
Trp. hushåll	100275	2088190
Beh. hushåll	4287	737487
Trp. kat. 2	10117	1050000
Beh. kat. 2	2239	299669
Trp. kat. 3	6546	679375
Beh. kat. 3	2117	272430
Summa	125581	5127151

17 BILAGA 2 - BRÄNSLEFÖRBRUKNING VID LÖVMALNING JÄMFÖRT MED LÖVSAMLING

På gräsytor som klipps regelbundet är det relevant att jämföra bränsleförbrukning för olika metoder att behandla löv med, vid lövfällningen på hösten. Ur miljösynpunkt är det bäst att låta löven vara kvar på marken, men om inte detta kan accepteras är det möjligt att antingen samla upp löven eller att mala sönder dem med en rotorgräsklippare. Efter söndermalningen bryts löven ned inom några veckors tid. Alternativet till att mala löven är att samla ihop löven med lövsugningsmaskiner. Efter ihopsamlingen krävs då efterbehandling i form av borttransport och kompostering. Enligt Vollbrecht (pers. medd. 1995) krävs under "normala" förhållanden tre lövmalningar. Om dessa lövmalningar ersätts med lövsugningar krävs i regel endast två behandlingar. I nedanstående beräkning jämförs två lövsugningar med tre lövmalningar. Den första lövmalningen är en kombinerad gräsklippning och lövmalning, d.v.s. denna åtgärd skall utföras oavsett vilken efterföljande lövbehandling som sker. Uppgifterna bygger delvis på egna mätningar och delvis på uppgifter lämnade av maskinleverantörerna. Vid lövmalningen krävs endast rotorgräsklipparen. Vid lövsugningen krävs däremot lövsugningsmaskinen, ett dragfordon till lövsugningsmaskinen samt ett transportfordon för borttransport av den uppsamlade löven.

Tekniska specifikationer hos en rotorgräsklippare (Roberine 1500)

Bränsleförbrukning vid gräsklippning:	3,5 l/h
Bränsleförbrukning vid lövmalning:	4,0 l/h
Kapacitet:	0,3 ha/h
Bränsleförbrukning per ytenhet:	13,5 l/ha

Tekniska specifikationer hos en lövsugningsmaskin (Dalum HL 500-S)

Bränsleförbrukning lövsug :	3,8 l/h
Bränsleförbrukning dragfordon:	0,8 l/h
Sugtidssdel (av totaltid för lövsamling):	45 %
Tömningstidsdel (av totaltid för lövsamling):	35 %
Transporttidsdel (av totaltid för lövsamling):	20 %
Kapacitet:	0,27 ha/h
Bränsleförbrukning per ytenhet:	9,3 l/ha
Bränsleförbrukning för transport:	0,35 l/km
Lövmängd:	70 m ³ /ha
Lastkapacitet transportfordon:	5 m ³
Transportavstånd:	3 km
Bränsleförbrukning per ytenhet, transport:	15 l/ha
Bränsleförbrukning totalt:	24,3 l/ha

Tabell 2:1. Tre lövmalningar jämfört med två lövsamlingar (i den första lövmalningen görs avdrag för en gräsklippning som ändå görs ur gräskötselperspektiv.)

	Lövmalning 3 st.	Lövsugning 2 st.
Kapacitet (ha/h)	0,3	0,27
Bränsleförbrukning/behandling	13,5	24
Bränsleförbrukning gräsklippning	9	-
Total bränsleförbrukning (l/ha)	31,5	48

18 BILAGA 3 - VOLYMVIKTER FÖR OLIKA KVALITÉER PÅ PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL

Tabell 3:1. Volymvikt hos park- och trädgårdsavfall

Kvalité	Volymvikt
Obehandlat park- och trädgårdsavfall	140 kg/m ³ ¹⁾
Flisat färskt park- och trädgårdsavfall	600 kg/m ³ ²⁾
Nyvänd kompost	600 kg/m ³ ³⁾
Färdig kompost	880 kg/m ³ ⁴⁾
Volym- och viktninskning under kompostering	50 % ⁵⁾

- ¹⁾ Enligt Fredriksson, 1995, väger lasten av obehandlat park- och trädgårdsavfall i en container som rymmer 36 m³, i genomsnitt 5 ton. Detta betyder att volymvikten uppgår till 140 kg/m³.
- ²⁾ Enligt egna uppmätningar minskar volymen 5-6 gånger när park- och trädgårdsavfall flisas. Detta medför att vikten ökar med samma belopp. Därför används volymvikten 600 kg/m³ för flisat färskt park- och trädgårdsavfall.
- ³⁾ När komposten vänds och luft blandas in ökar volymen med ca. 1/3, varför volymvikten då minskar från ca. 880 kg/m³ till ca. 600 kg/m³.
- ⁴⁾ Enligt Fredriksson, 1995, är volymvikten på SYSAV:s färdiga kompostjord mellan 860 och 900 kg/m³, varför volymvikten 880 kg/m³ för färdig kompost används schablonmässigt.
- ⁵⁾ Enligt Ånger, 1995, är både volym- och viktninskningen ca. 50 % under komposteringsförloppet. Eftersom både volym och vikt minskar ungefär likartat påverkar detta inte volymvikten.

19 BILAGA 4 - BRÄNSLEFÖRBRUKNING FÖR MASKINER SOM ANVÄNDS I SAMBAND MED KOMPOSTERING

Tabell 4.1. Bränsleförbrukning för olika maskiner

Maskin	Bränsleförbrukning
Flismaskin typ hammarkvarn	1,3 l/ton ¹⁾
Mindre flismaskin	1,4 l/ton ²⁾
Traktordriven mixervagn	1,7 l/ton ³⁾
Hjullastare, liten (10 ton)	10 l/h ⁴⁾
Hjullastare, medelstor (15 ton)	14 l/h ⁵⁾
Grävmaskin, medelstor (25 ton)	15 l/h ⁶⁾
Traktordriven strängvändare	0,02 l/ton ⁷⁾
Siktverk	0,34 l/ton ⁸⁾

- ¹⁾ Enligt Olofsson, 1995, uppgår kapaciteten på flismaskinen "Doppstadt 300" till 40-80 m³ färdigflisad mängd per timme, och bränsleförbrukningen ligger på 20-25 liter per timme. Här räknas med att maskinen går ganska tungt och bränslekrävande, eftersom materialet skall vara fint sönderdelat vid den kombinerade sträng- och bäddkomposteringsmetodikens tillämpas. Flismaskinens bränsleförbrukning blir 0,75 l/ton om maskinen sönderdelar 55 m³ per timme, förbrukar 25 liter bränsle per timme och volymvikten på fliset är 0,6 ton/m³. Flismaskinen matas av en mindre hjullastare som enligt egna mätningar förbrukar 10 liter bränsle per timme. Tillsammans ger dessa två maskiner en total bränsleförbrukning på 1,05 liter per ton.

Vid egna uppmätningar uppgick den totala bränsleförbrukningen till 1,3 liter per ton med dessa två maskiner. Det berodde på att kapaciteten försämrades p.g.a. långa transporter mellan parkavfallsupplag och flismaskin. Bränsleförbrukningen för flismaskinen låg ändå på ca. 0,75 liter per ton, men den försämrade kapaciteten gjorde att lastmaskinens 10 liter bränsle per timme skall slås ut på färre ton. Uppgiften 1,3 liter per ton används i detta arbete som en generell bränsleförbrukning för flisning vid lokala kompostanläggningar, där hanteringen oftast inte är rationell.

- ²⁾ Enligt egna uppmätningar uppgår bränsleförbrukningen på mindre flismaskiner till 1,4 liter per ton. Denna uppgift används vid beräkning av bränsleförbrukning för flisning av trädgårdsavfall i hemträdgårdar, kolonier, bostadsrättsföreningar etc.
- ³⁾ Enligt egna uppmätningar uppgår bränsleförbrukningen vid sönderdelning med en traktordriven mixervagn, inklusive hjullastare som lastar, till 1,7 l/ton sönderdelad volym. Kapaciteten uppgår till 3,4 ton per timme. Av den totala bränsleförbrukningen svarade hjullastaren för 20 % och traktorn för 80 %, i det uppmätta fallet.
- ⁴⁾ Egen uppmätning på två olika modeller av hjullastare; en "Ljungby 1118" (11ton) och "Caterpillar 920" (8 ton). Vid uppmätningen var driften kontinuerlig och belastningen varierande.

- ⁵⁾ SYSAV:s hjullastare (VBM L120 B, 15 ton) som används till utjämning och luftning av madrasskomposter förbrukade 1620 liter under 120 timmars arbete 1994, vilket ger en genomsnittsförbrukning på 14 liter i timmen (Fredriksson, 1995).
- ⁶⁾ SYSAV:s grävmaskin (Åkerman H16B, 25 ton) som används till vändning av madrasskomposter förbrukade 720 liter på 48 timmars arbete 1994, vilket ger en genomsnittsförbrukning på 15 liter i timmen (Fredriksson, 1995).
- ⁷⁾ Enligt egna uppmätningar uppgår bränsleförbrukningen vid vändning av strängar till 0,02 liter per ton och vändning. Vändningen sker med en traktordriven strängvändare vars kapacitet vid uppmätningarna uppgick till 280 ton i timmen.
- ⁸⁾ Vid siktning används dels ett siktverk med separat drivmotor och en hjullastare. Hjullastaren förbrukar 10 liter bränsle i timmen och siktverket förbrukar 4 liter bränsle i timmen, enligt egna uppmätningar. Kapaciteten uppgår vid uppmätningen till drygt 40 ton i timmen, vilket ger en bränsleförbrukning på 0,34 liter per ton.

På mindre kompostanläggningar används inte separata siktverk vid siktning utan där används i regel mindre traktor- eller lastmaskinsmonterade maskiner. Rent schablonmässigt används dock 0,34 liter bränsle för siktning i samtliga fall, där siktning förekommer.

20 BILAGA 5 - TRANSPORTSTRÄCKOR OCH BRÄNSLEFÖRBRUKNING FÖR OLIKA TRANSPORTFORDON

Tabell 5:1. Transportsträcka och bränsleförbrukning för olika transport

Transportfordon	Transportsträcka	Transportavstånd	Bränsleförbrukning
Personbil	hushåll-ÅVC	6 km ¹⁾	0,9 l/mil ²⁾
Containerlastbil	Veberöds ÅVC-reg. beh.	4 mil	7,6 l/mil ³⁾
Containerlastbil	Genarps ÅVC-reg. beh.	3 mil	7,6 l/mil ³⁾
Containerlastbil	Rögles ÅVC-reg. beh.	3 mil	7,6 l/mil ³⁾
Containerlastbil	Gunnesbos ÅVC-reg. beh.	2 mil	7,6 l/mil ³⁾
Komprimerande Söpbil	hushåll-reg. beh.	40 % transport ⁴⁾ 60 % hämtrunda	26 l/ton ⁴⁾ 7 l/mil
Komprimerande Söpbil	hushåll-lok. beh.	20 % transport 80 % hämtrunda	19 l/ton ⁵⁾ 8,4 l/mil
Flaklastbil	förvaltning-reg. beh.	2 mil ⁶⁾	6 l/ton ⁷⁾ 2 l/mil
Flaklastbil	förvaltning-lok. behandling	6 km ⁸⁾	6 l/ton ⁷⁾ 2 l/mil

¹⁾ Detta var det genomsnittliga avståndet för besökarna på Gunnesbos återvinningscentral enligt Marknadsundersökning, 1994.

²⁾ Medelbränsleförbrukning enligt Eriksson m.fl, 1995

³⁾ Enligt Fredriksson, 1995, har SYSAV:s containerlastbil förbrukat 22 800 liter dieselolja på 3000 mil, vilket ger en genomsnittsförbrukning på 7,6 liter per mil.

⁴⁾ Enligt Nybrant m.fl., 1995, uppgår energiförbrukningen för sopbilar vid insamling respektive vid transport till 8,23 respektive 4,40 MJ/tonkm. Enligt Bergström, 1995, uppgår Lunds kommuns totala körsträcka till 1140 mil/år för hämtning av 304 ton hushållsträdgårdsavfall med komprimerande söpbil. Av dessa 1140 mil beräknas 450 mil utgöra ren transportsträcka till regional kompost. Energiförbrukningen vid transport med komprimerande söpbil är beräknad vid bränsleförbrukningen 10 l/mil respektive 2 l/mil för hämtrunda respektive för transport (Sonesson, 1995). Detta ger en medelbränsleförbrukning på 7 l/mil eller 26 l/ton.

⁵⁾ Samma som ovan men p.g.a. större andel hämtrunda förändras bränsleförbrukningen något.

⁶⁾ Detta är avståndet mellan tätorten Lund och den regionala komposten i det aktuella fallet. De flesta förvaltningar som transporterar med flaklastbil har detta transportavstånd.

⁷⁾ Enligt Nidemar, 1995, uppgår LKF:s totala körsträcka för borttransport av 800 ton parkavfall med flaklastbil till 2350 mil. En vanlig lastbils genomsnittliga bränsleförbrukning uppgår till 2,05 l/mil (Sonesson, 1995). Om dessa uppgifter

används som schablon för denna transporkategori, blir bränsleförbrukningen 6 liter per ton.

⁸⁾ Vid transport till lokal behandling med flaklastbil används samma transportavstånd som i fall ¹⁾.

21BILAGA 6 - KOSTNADER FÖR OLIKA HANTERINGSMOMENT

Tabell 6:1. Kostnader för olika moment

Moment	Kostnad
Flisning på kompost med hammarkvarn	45 kr/m ³ flis ¹⁾
Flisning på plats med hammarkvarn	56 kr/m ³ flis ²⁾
Mindre flismaskin	300 kr/h, 170 kr/m ³ ³⁾
Strängvärdare	2 kr/m ³ och vändning ⁴⁾
Siktning	33 kr/m ³ ⁵⁾
Hjullastare	350 kr/h ⁶⁾
Grävmaskin	400 kr/h ⁷⁾
Transport med personbil	17 kr/mil ⁸⁾
Insamling med komprimerande sopbil	700 kr/ton ⁹⁾
Transport med flaklastbil till regional beh.	625 kr/ton ¹⁰⁾ 210 kr/mil
Transport med flaklastbil till lokal beh	210 kr/mil ¹¹⁾
Transport med containerlastbil	240 kr/mil ¹²⁾
Containerkostnad	150 kr/styck och användningstillfälle ¹³⁾
Kompostering på plats	170 kr/ton ¹⁴⁾

¹⁾ Entreprenörstaxan enligt Andersson, 1995.

²⁾ Entreprenörstaxan + 25 %. Tillägget som är uppskattat beror på att maskinen har försämrad kapacitet vid flisning av flera små partier än vid flisning av ett stort parti.

³⁾ Taxan för hyra av denna maskin. Maskinens kapacitet uppgår enligt egna mätningar till 1,8 m³, vilket betyder att kostnaden blir 170 kr/m³.

⁴⁾ Avser kostnad för maskin, traktor och förare. Kostnaden bygger på att den med den aktuella maskinen vända volymen uppgår till 25 000 m³/år. Om varje volymsenhet i genomsnitt vänds fem gånger innebär detta att den komposterade volymen skall uppgå till 5000 m³/år för att den kalkylmässiga kostnaden skall bli 2 kr/m³.

⁵⁾ Entreprenörstaxa enligt Olofsson (1995).

⁶⁾ Entreprenörstaxa enligt Ivansson (1995).

⁷⁾ Entreprenörstaxa enligt Ånger (1995).

⁸⁾ Rörlig kostnad för transport med personbil. Kostnader som ingår är: bränsle-kostnad, värdeminskning p.g.a. total körsträcka, slitage. Kostnaden avser en medelstor bil med återanskaffningsvärdet 170 000 kr och med en årlig körsträcka på 2 000 mil (Engdal, pers. medd., 1996). Kapitalkostnad och kostnad för värdeminskning p.g.a. åldrande ingår ej.

⁹⁾ 1994 hämtades 304 ton trädgårdsavfall hemma hos hushåll, av kommunen med komprimerande sopbil (Bergström, 1995). Det var drygt 800 hushåll som abonnerade på denna tjänst och för detta betalades totalt 212 562 kr. Om denna kostnad används som schablon, blir en generell taxa för denna tjänst 700 kr/ton.

¹⁰⁾ LKF:s totala kostnader för borttransport av parkavfall till regional behandling uppgick 1994 till omkring 500 000 kr (Nidemar, 1995). Totalt transporterades 800 ton till regional behandling och den totala körsträckan uppgick till 2350 mil. Kostnaden för transport till regional behandling blir då 210 kr/mil eller 625 kr/ton, vid transportavståndet 2 mil.

¹¹⁾ Vid transport av parkavfall till lokal behandling används taxan 210 kr/mil enligt ovan.

¹²⁾ Enligt Svensson, 1995, är LRV:s kostnad för transport av en container med ca. 5 ton park- och trädgårdsavfall 800 kr, vid ett transportavstånd på 4 mil. Transporten sker då med en containerlastbil med tre containers. Av denna kostnad utgör 150 kr containerkostnad och resterande 650 kr belastar förare och lastbil. Kostnaden för förare och lastbil blir omräknat 240 kr/mil.

¹³⁾ Se ovan. Rangeringskostnad för containers ingår i kostnaden 150 kr/container och användningstillfälle

¹⁴⁾ Kostnaden för kompostering med metodiken vid kombinerad sträng- och bäddkompostering används vid beräkning av kostnad för lokal kompostering och kostnad för kompostering på plats.

22 BILAGA 7 - VÄNDNINGSKOSTNADER MED OLIKA KOMPOSTVÄNDARE OCH OLIKA KOMPOSTMÄNGDER

Vändning/luftning av komposter kan ske med olika maskiner och olika storlekar på maskinerna. Här nedan ges kostnadskalkyler för tre olika kompostvändare; mindre strängvändare (upp till 2,5 m arbetsbredd), större strängvändare (upp till 3,5 m arbetsbredd) och bäddvändare.

FASTA KOSTNADER	Mindre strängvändare	Större strängvändare	Bäddvändare
Nypris kr	130.000	225.000	600.000
Avskrivningstid år	5	5	5
Värdeminskning kr	26.000	45.000	120.000
Realränta %	8	8	8
Medelårsränta kr	5.200	9.000	24.000
Underhållskostnad kr	2.000	5.000	16.000
S:a fast kostnad kr	33.200	59.000	160.000
RÖRLIGA KOSTNADER			
Kapacitet m ³ /h	478	600	150
Traktorkostnad kr/h	180	180	280
Maskinskötare kr/h	120	120	120
S:a rörliga kostnader kr/h	300	300	400
Vänd volym m ³	3.000	3.000	5.000
Antal vändningar	6	6	6
S:a fast kostnad kr/m ³	1,84	3,28	5,33
S:a rörlig kostnad kr/m ³	0,63	0,50	2,67
S:a vändningskostnad kr/m ³	2,47	3,78	8,00

23 BILAGA 8 - MILJÖPÅVERKAN FRÅN ETT DIESELDRIVET FORDON RESPEKTIVT FRÅN ETT BENSINDRIVET FORDON

I nedanstående tabell jämförs emissionerna från ett dieseldrivet fordon med emissionerna från ett bensindrivet fordon. Mängden utsläpp avser förbränning av 1 liter bränsle. Viktfaktorerna är ett vägningstal som viktat varje ämnes tillskott till respektive miljöeffekt.

Tabell 8:1. Miljöpåverkan från ett bensindrivet fordon och från ett dieseldrivet fordon vid förbrukning av en liter bränsle

	Bränsleförbr. l/km	Emissioner g/l bränsle					
		NOx	HC	CO	SOx	CO ₂	
Bensin förbr.	0,123	8,62	20,08	213,01	0,16	2 358	
Diesel förbr.	0,189	34,34	6,67	16,88	0,48	2 471	
Hälsopåverkan, viktfactor		0,78	-	0,012	1,2		Hälsoeffekt
Bensin		6,72	-	2,56	0,20		Σ bensin 9
Diesel		26,78	-	0,20	0,57		Σ diesel 28
Växthuseffekt, viktfactor		7	11	3		1	Växthuseffekt
Bensin		60,33	220,89	639,02	0	2 358	Σ bensin 3 278
Diesel		240,37	73,33	50,63	0	2 471	Σ diesel 2 835

Källor: Transporters miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv, FoU rapport 126 REFORSK, 1995

System Analysis of Organic Waste, opublicerad stencil, SLU lantbruksteknik, Uppsala, 1995

Ur tabell 7:1 kan utläsas att påverkan på växthuseffekten är i stort sett jämförbara för bensin (3 278) och för diesel (2835).

Påverkan på hälsoeffekten är osäker eftersom uppgift saknas om viktfactor beträffande oförbrända kolväten (HC). Den hälsoeffekt som framgår i tabell 7:1 avser endast innehållet i avgaserna. En hel del emissioner uppstår genom att en del bränsle avdunstar till luften, bl.a. vid transport av bränslet samt vid tankning av fordon.

Den slutsats som kan dras är att bensin och diesel är ungefär likvärdiga beträffande växthuseffekten.